



## Araştırma Makalesi

# Çanakkale İli Hava Kalitesinin Kirlilik Türlerine Göre Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi

Sibel MENTEŞE<sup>✉</sup>, Canan CAN YARIMTEPE

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, 17020 Çanakkale

Sunuluş tarihi: 13 Nisan 2012, Kabul edilme tarihi: 30 Ekim 2012

## ÖZET

Son 20 yıllık Çanakkale ili'ne ait PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> kirliletiçi konsantrasyonları yönetmelik değerleri ile kıyaslandığında, özellikle kış aylarında daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, şimdiki kadar kapsamlı bir hava kalitesi ölçüm çalışması yapılmamış olan Çanakkale'de özellikle katı yakıt kullanımı nedeni ile kış aylarında sisli ve rahatsız edici hava koşulları sıklıkla gözlenmektedir. Şiddetli kuzeyli rüzgarların etkisinde (50 m'de ortalama hız  $\geq 7 \text{ m sn}^{-1}$ ) ve ortalama rüzgarlı gün sayısı 180 gün olan Çanakkale'deki meteorolojik koşullar da hava kirliletiçilerin taşınmasına yol açabilmektedir. Şehir merkezinde önemli hava kirliletiçi etkisi olabilecek endüstri tesisleri bulunmamaktadır; ancak boğazdan geçen çok sayıda gemiler şiddetli rüzgarların da etkisi ile hava kalitesini etkileyebilmektedir. Bu nedenle karasal trafiğe ilaveten, deniz trafiği de önem arz etmektedir. Son beş yılda konutlarda doğalgaz abonelik oranı sıfırdan %50'nin üzerine çıkmasına rağmen, SO<sub>2</sub> seviyelerinde kış dönemi ortalaması 2008-2010 yılları arasında 40  $\mu\text{g m}^{-3}$ 'lere düşerken; son 2 yılda hafif de olsa bir artış eğilimi göstermiştir (>50  $\mu\text{g m}^{-3}$ ). Buna karşılık, PM<sub>10</sub> seviyeleri 2010 yılına kadar artarak 50  $\mu\text{g m}^{-3}$ 'ün üstüne çıkmış ve son 2 yılda ise <30  $\mu\text{g m}^{-3}$  seviyelerine gerilemiştir. Bu çalışmada, Çanakkale hava kalitesinin; ısınma, trafik ve meteorolojik koşullara bağlı olarak değişimi, doğalgaz kullanımına yıllar önce başlanmış olan İstanbul'da boğaza kıyısı olan hava kalitesi ölçüm istasyonları ile de karşılaştırılarak bütüncül olarak incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çanakkale hava kalitesi, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, trafik, ısınma, meteoroloji, doğalgaz tüketimi

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

## 1. Giriş

Hava kirliliğinin önemli kaynaklarından olan ısınma ve trafik, bazı meteorolojik hadiselerin yol açtığı olumsuz hava koşulları ile birlikte şehrin hava kalitesini belirlerken dikkate alınması gereken hususlardandır (Mayer, 1999). Kükürt oksitler ve partikül madde emisyonlarında, ısınma amaçlı yakıt tüketimi büyük bir pay oluşturmaktadır (Tayanç, 2000; Özden vd., 2008; Koçak vd., 2011). Özellikle kış mevsiminde içeriği tam olarak bilinmeyen yakıtların hava kirliliğine olumsuz etkisi olabilmektedir (Taşdemir, 2002). Çanakkale'de özellikle katı yakıt kullanımı nedeni ile kış aylarında sisli ve rahatsız edici hava koşulları sıklıkla gözlenmektedir. 2007 yılı itibari ile kademeli olarak doğalgaz kullanımının başladığı ilde 2012 yılı itibari ile doğalgaz abonelik oranı %50'ye ulaşmıştır (Çanakkalegaz, 2012).

Geçmişte hava kalitesini belirleyen ana etkenler; endüstriyel aktiviteler ve ısınma amaçlı yakıt tüketimiyken, günümüzde özellikle ulaşım ağlarının hızla artmasının bir sonucu olarak trafik ana etkenlerden biri haline gelmiştir (Borrego vd., 2000). Motorlu taşıtların diğer kirliletiçi kaynaklardan önemli

bir farkı, egzoz gazlarının kirliletiçi etkilerinin ani ve direk olmasıdır (Atımtay, 2003). Özdemir vd. (2010) tarafından, İstanbul Beşiktaş semtinde trafik yoğunluğuna göre seçilmiş 5 farklı çocuk oyun parkında yapılan PM<sub>10</sub> ölçümlerine göre, trafikten uzak ve ağaçlarla çevrili bir çocuk oyun parkında PM<sub>10</sub> konsantrasyonları daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle, trafikteki motorlu kara taşıtlarının partikül madde seviyelerine katkısının araştırılması gerekmektedir.

Ayrıca, Çanakkale Boğazından yılda ortalama 50 000 geminin geçişi söz konusudur (T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı, 2012). Büyük gemi geçişlerinin özellikle iç deniz ve limanların olduğu bölgelerde hem yerel, hem de sınırlar ötesi boyutta önemli derecede hava kirliliğine özellikle kükürt oksitler (SO<sub>x</sub>) ve azot oksitler (NO<sub>x</sub>) açısından katkı sağladığı ve emisyonlarının küresel ölçekte artış eğilimi gösterdiği bilinmektedir (Deniz ve Durmuşoğlu, 2008). Gemilerden kaynaklanan hava kirliliğinde; kullanılan yakıt türü, motor tipi, yakıt tüketim miktarı ve seyahat süresi gibi faktörlerin etkisi olmaktadır ve dünya genelinde tüketilen yakıt miktarı başına en yüksek kirliletiçi özellikte yanma ürünü oluşturan kaynaklardır (Corbett ve Fischbeck, 1997). Avrupa

Birliği'nin 1999/32/EC ve 2005/33/EC direktiflerinde gemilerin kullandığı yakıtların kükürt içeriğine yönelik kısıtlamalar özellikle Birleşik Krallıkların limanlarındaki gemiler için düzenlenmiştir. Ayrıca, meydana gelebilecek deniz kazaları sonucunda hava kirliliği ciddi oranda etkilenebilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda; dünya geneline yayılan NO<sub>x</sub> emisyonunun %15'inin ve SO<sub>x</sub> emisyonunun % 5-8'inin gemilerden kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Aksu, 1998; Raaymekers, 2003). İlaveten, meydana gelebilecek deniz kazalarının sonucunda hava kirliliği ciddi oranda etkilenebilir. Gemilerden kaynaklanan hava kirliliğini kontrol edebilmek için, Uluslararası Denizcilik Organizasyonu (IMO) Deniz Çevre Koruma Komitesi tarafından Marpol Sözleşmesi ve ilişkili ekleri geliştirilmiştir. 2005'de gündeme alınan Marpol Ek VI: gemilerden kaynaklanan hava kirliliğinin önlenmesi; 1997'de kabul edilen Marpol Protokolüne ilave edilmiştir (Marpol, 2005). Söz konusu Ek, 19 Mayıs 2005'te yürürlüğe girmiştir ve bu tarihten sonra inşa edilen 400 GRT üzerindeki gemileri kapsamaktadır ve gemilerde kullanılan yakıtların yoğunluğu ve kükürt içeriği gibi bilgilerin kayıt altına alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Boğazlardan geçen gemilerin kullandığı yakıtların içeriği bilinmemektedir. Türk boğazlarından geçen gemilerin Marmara bölgesindeki emisyonlarının incelendiği bir çalışmada, Türkiye'deki toplam emisyonlar açısından boğazlarımızdan geçen gemilerin %11 NO<sub>x</sub>, %0,1 CO ve %0,12 oranında partikül maddenin katkısının olduğu ve Marmara denizi üzerinde yapılan gemi geçişlerinin küresel gemi emisyonlarının toplamının NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> açısından %1'ini oluşturduğu hesaplanmıştır (Deniz ve Durmuşoğlu, 2008). Benzer emisyon faktörü hesapları Akdeniz ve Karadeniz için de hesaplanmış ve genel olarak Akdeniz'in hava kirleticiler açısından gemi emisyonlarının, diğer gemi geçişi yapılan denizlere göre belirgin olarak daha yüksek olduğu görülmüştür (Lowles, 1998; Whall vd., 2002; IIASA, 2008).

Çanakkale'deki meteorolojik koşullar da toz taşınımı gibi olaylar ile partikül konsantrasyonunda kısa süreli anlık artışlara neden olabilir. Şiddetli kuzeyleli rüzgarların etkisinde (50 m'de ortalama hız  $\geq 7 \text{ m sn}^{-1}$ ) ve ortalama rüzgarlı gün sayısının 180 gün olması hava kalitesi açısından önemlidir (EİE, 2010). Bu çalışmada Çanakkale hava kalitesinin; ısınma, trafik ve meteorolojik koşullara bağlı olarak değişimi İstanbul Boğazı'nın iki yakasında kurulu olan hava kalitesi ölçüm istasyonlarına göre karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çanakkale'de hava kalitesi ölçüm istasyonu il merkezindedir ve il merkezinde hava kalitesine önemli etkisi olabilecek herhangi bir endüstriyel faaliyet bulunmamaktadır. Ancak, Çanakkale hava kalitesi ölçüm istasyonu hakim rüzgar yönleri göz önünde bulundurulduğunda, endüstriyel faaliyetlerin Çanakkale-Merkez'e göre yoğun olduğu İstanbul ve Biga'dan, Çanakkale'ye kirletici taşınımı olması muhtemeldir. Bu amaçla Çanakkale ilinin hava kalitesine etkisi olabilecek ısınma kaynaklı hava kirliliği, trafik kaynaklı hava kirliliği ile meteorolojik parametreler araştırılarak mevcut durum tespiti ile yönetmelikler baz alınarak, İstanbul'a ait veriler de incelenerek karşılaştırılmalı bir değerlendirme yapılmıştır.

## 2. Yöntem

Çanakkale'nin hava kalitesine etkisi olabilecek parametrelere ait veriler ilgili kuruluşlardan temin edilerek aralarındaki ilişkiler istatistiksel güven seviyesinde ( $p < 0,05$ ) tespit edilmeye çalışılmıştır. Çanakkale ve İstanbul hava kalitesi verilerinden PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ulusal hava kalite izleme ağı'ndan temin edilmiştir. Çanakkale ilinde hava kirliliği parametreleri olarak SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> ölçümleri, 1991 yılından itibaren kent merkezinde bulunan ve kirleticilerin volumetrik metotla ölçüldüğü İl Sağlık Müdürlüğü Halk Sağlığı Laboratuvarında birer günlük kesikli çalışan volumetrik-yarı otomatik SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> ölçüm cihazı ile ölçülmekteydi: Yerden 3 metre yükseklikteki ve binadan 2 metre uzaktaki bir huni vasıtasıyla çekilen havadaki SO<sub>2</sub>, Drechsel yıkama şişelerindeki %1'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'e yükseltgenmekte ve bunun miktarı Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ile titre edilerek günlük SO<sub>2</sub> konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) hesaplanmaktaydı. PM<sub>10</sub> ölçümünde ise, emilen hava 5,5 cm çapındaki filtre kağıdından geçirilip, refraktometreye yerleştirilen filtre kağıdından elde edilen ışık kırılması ile ölçüm değeri belirlenmekteydi (Uysal, 2002). Bu iki hava kalitesi parametresi 25.07.2006'dan itibaren Çanakkale Boğazı'nın yakınında bulunan Çevre ve Orman Bakanlığı 3. Bölge Müdürlüğü bahçesinde kurulmuş olan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi izleme istasyonunda öncekinden farklı olarak tam otomatik cihazlar ile ölçülmektedir: PM<sub>10</sub> (BAM-1020, Met One Instruments) ve SO<sub>2</sub> (The Europe Monitor ML-9850) ölçüm cihazlarının kalibrasyonu ve bakımı, bakanlıkça belirlenen firmalar tarafından aylık olarak yapılmaktadır. Cihaz kalibrasyonlarına göre, ölçülen konsantrasyon değerlerinin hata payının altında olduğu belirtilmektedir.

Meteorolojik parametrelere ait veriler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden (DMİ); doğalgaz verileri Çanakkalegaz şirketinden; toz taşınımı ve troposferik ozon verileri ise uydu görüntüleri kullanılarak NASA'dan derlenmiştir. Motorlu kara taşıt ve nüfus istatistikleri Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK), Türk boğazlarından geçen deniz taşıtlarının istatistikleri ise T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı'ndan temin edilmiştir.

## 3. Tartışma

### 3.1. Mevcut durum tespiti

Çanakkale'de SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> ölçümü dışında başka bir hava kalite izleme çalışması henüz yapılmamıştır. Bunun haricinde, uydu görüntüleri vasıtasıyla ile ozon seviyelerinin yıllık değişimi belirlenebilmektedir. Çanakkale'de 1991 yılından bu yana ölçülen SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> konsantrasyonları kış dönemini (Ekim-Mart) temsil edecek şekilde Şekil 1-2'de verilmiştir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012). Genel olarak, ısınma döneminin ilk ayı olarak kabul edilen Ekim ayında, her iki kirletici için diğer aylar ile karşılaştırıldığında asgari seviyeler gözlenmiş; Kasım ayından itibaren kirletici konsantrasyonları artmış; Aralık, Ocak ve Şubat aylarında benzer seviyelerde gözlenmiş ve Mart ayında konsantrasyonlar düşüşe geçmiştir.

Şekil 1'e göre Kasım-Mart dönemi boyunca Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde (HKKDY) belirtilen SO<sub>2</sub> kış dönemi ortalama hedef sınır değeri olan 120 µg m<sup>-3</sup> değeri pek çok kez aşılmıştır. Çanakkale ili'ne ait hava kirlenme parametrelerinin ısınma dönemindeki seviyeleri 1997-1998 kış döneminden itibaren düşüşe geçmiştir (SO<sub>2</sub>: 174 µg m<sup>-3</sup>, PM<sub>10</sub>: 22 µg m<sup>-3</sup>) görünse de, bazı yıllarda özellikle SO<sub>2</sub> açısından yüksek ortalama konsantrasyonlara (Ör: 2003-2004 kış döneminde ortalama 194 µg m<sup>-3</sup> ve 2007-2008 kış döneminde 169 µg m<sup>-3</sup>) rastlanmıştır. 1991 yılından beri kaydedilen veriler dikkate alındığında ilginç bir sonuç ortaya çıkmaktadır: SO<sub>2</sub> seviyesinde salınımlar ve zaman zaman azalmalar gözlenirken (Şekil 1); PM<sub>10</sub> seviyesinde artış eğilimi 2005-2006 kış döneminden itibaren gözlenmiştir (Şekil 2) ve HKKDY'de önümüzdeki yıllarda uyulmaya başlanacak olan Avrupa Birliği PM<sub>10</sub> limit değeri olan 50 µg m<sup>-3</sup>'ün üstüne çıktığı; son iki yıldır ise ölçülen kış dönemi PM<sub>10</sub> seviyelerinin 30 µg m<sup>-3</sup>'ün altına indiği görülmektedir.

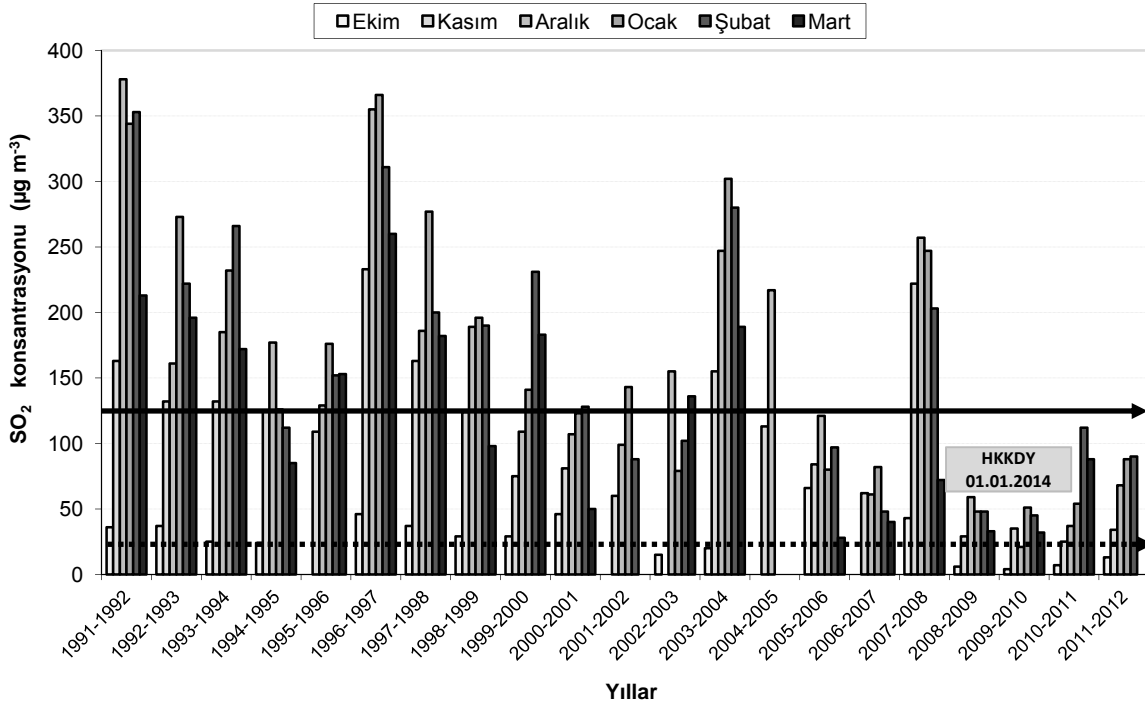
Uysal (2002), 1991-2001 yılları arasında Çanakkale hava kalitesi verilerini kullanarak yaptığı değerlendirmede kış döneminde gözlenen yüksek PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> hava kirlenmelerine dikkat çekmektedir. Çanakkale'nin, 1991-1992 kış döneminde Türkiye'nin en kirli kent merkezi (382 µg m<sup>-3</sup>), 1992-1993 kış döneminde 9. kirli kent merkezi (228 µg m<sup>-3</sup>), 1996-1997 kış döneminde 8. kirli kent merkezi ve 1997-1998 kış döneminde 6. kirli kent merkezi olduğu; 1993, 1994, 1995 yıllarında ise Türkiye'de havası en kirli 15 il dışında kaldığı görülmüştür (Dündar, 1995). Bununla beraber Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından açıklanan 2011 haber

bültenine göre, Çanakkalede SO<sub>2</sub> için kısa vadeli sınır değerin aşıldığı; 2012 Ocak bültenine göre ise PM<sub>10</sub> emisyonları bakımından en temiz 4. il olduğu, ancak SO<sub>2</sub> emisyonları bakımından en kirli 6. il olduğu belirtilmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012).

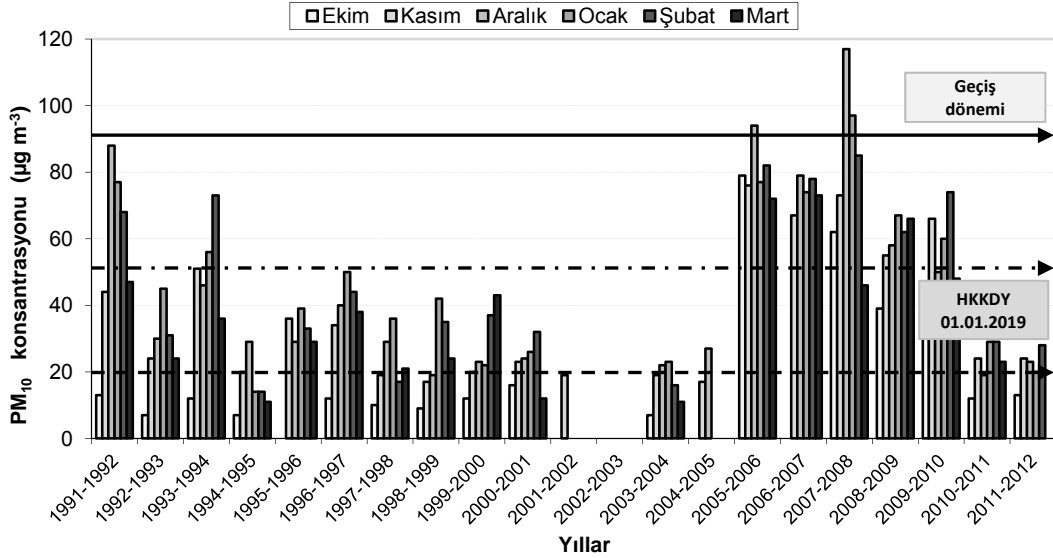
Çanakkale'de troposferik ozon ölçümüne yönelik herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle TOMS veri tabanı kullanılarak Çanakkale için 2004 yılından itibaren ozon konsantrasyonlarının kış dönemlerindeki değişimi incelendiğinde, ozon seviyesinin belirgin olarak yıllık bir değişim göstermediği; daha ziyade aylık değişim gösterdiği gözlenmiştir. Buna göre, ozon seviyesi Ekim ayından Mart ayına kadar yıllık olarak benzer oranlarda artış eğilimi göstermektedir. Ayrıca NASA'nın OMI/MLS veri tabanına göre troposferik ozon konsantrasyonu Nisan ayından itibaren belirgin bir hızla Eylül ayına kadar artmakta; troposferik ozon karışım oranı 40 ppbv'den 80 ppbv seviyelerine çıkmaktadır (NASA, 2011).

### 3.2. Isınmadan kaynaklı hava kirliliği

Ölçülen SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> seviyelerinin ısınma kaynaklı hava kirliliği ile yakından ilişkisi olduğu düşünülmektedir. 2007 yılına kadar genellikle katı yakıt veya kalorifer yakıtının merkezi sistem ile ısınma amaçlı kullanıldığı ilde 2007 yılından itibaren doğalgaz kullanımına kademeli olarak başlanmıştır. Bu nedenle 2007 yılından önce ve sonra ölçülen hava kirlenme seviyelerinin arasındaki fark yakıt tüketimi ile ilişkilendirilebilir.



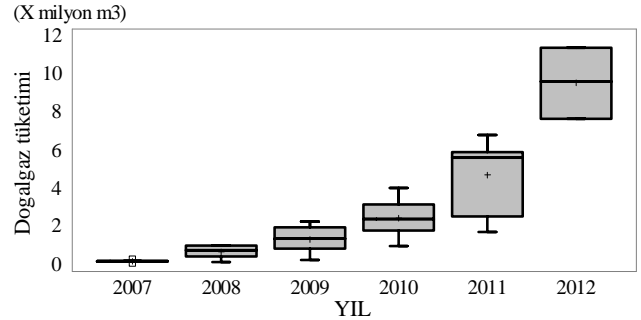
Şekil 1. 1991-2012 yılları arasında SO<sub>2</sub> konsantrasyonunun Ekim-Mart aylarında Çanakkale'deki değişimi (µg m<sup>-3</sup>).



Şekil 2. 1991-2012 yılları arasında  $PM_{10}$  konsantrasyonunun Ekim-Mart aylarında Çanakkale'deki değişimi ( $\mu g m^{-3}$ ).

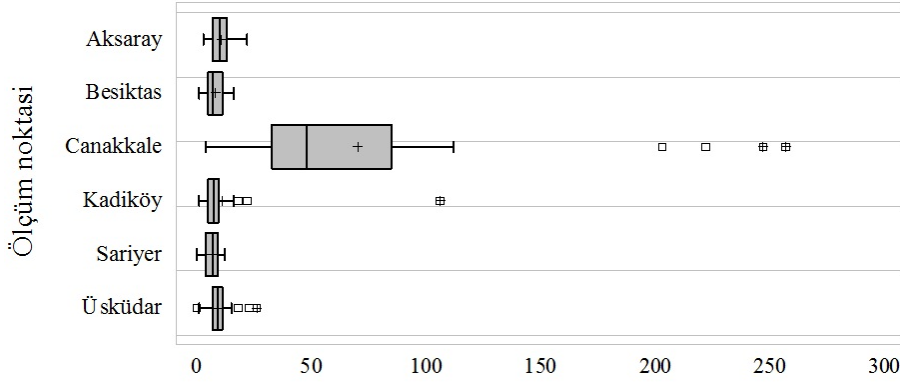
2007 yılı Şubat ayından itibaren kullanılmaya başlanan doğalgazın kış dönemi (Ekim-Mart) aylık toplam tüketim miktarları ( $m^3$ ) Şekil 3'de verilmiştir (Çanakkalegaz, 2012). Doğalgaz aboneliği öncelikli olarak konut (kombi, soba, merkezi ve mutfak), ticari işletme (ısıtma), mal ve hizmet amaçlı kurumlar tarafından kullanılmaya başlanırken; 2008 yılından itibaren eğitim kurumları, resmi daireler, ibadethaneler ve vakıflarda da kullanımı yaygınlaşmıştır. Şekil 1-2'de verilen hava kirletici konsantrasyonlarının 2007 yılı sonrasındaki değişimine bakacak olursak; doğalgaz kullanımının belirgin olarak arttığı 2008 yılından sonraki dönemde  $SO_2$  ve  $PM_{10}$  seviyelerinin azaldığı lineer regresyon analizi ile belirlenmiştir. 2008-2010 yılı Kasım-Mart kış dönemi aylık doğalgaz tüketim miktarları ile ölçülen aylık ortalama  $SO_2$  ( $r^2 = 0,40 - 0,83$ ) ve  $PM_{10}$  ( $r^2 = 0,71 - 0,94$ ) konsantrasyonları arasında negatif yönde iyi korelasyonların olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, doğalgaz kullanımının başlaması ile  $SO_2$  ve  $PM_{10}$  seviyelerinde düşüşlerin meydana gelmiş olabileceği söylenebilir. Ancak, 2011 ve 2012 yıllarında  $SO_2$  seviyesinde gözlenen hafif artışın son 2 yıldır ağır şartlar altında geçen kış koşulları ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bursa'da  $SO_2$ 'den kaynaklanan hava kirliliğinin değerlendirildiği bir çalışmada da; doğalgaz kullanımının yaygınlaşması ile  $SO_2$  kirliliğinde azalma gözlemlendiği belirtilmektedir (Taşdemir, 2002). Eskişehir için yapılan bir çalışmada, doğalgaz kullanımının sanayi amaçlı kullanımının başladığı yıldan itibaren  $SO_2$  konsantrasyonunun düşmeye başladığı, evsel kullanımın da başladığı sonraki yıllarda  $SO_2$  seviyelerinin azalarak  $50 \mu g m^{-3}$  yıllık ortalama seviyeler civarında devam ettiği gözlenmiştir (Özden vd., 2008). Çanakkale'de ölçülen  $PM_{10}$  seviyelerinde doğalgaza geçişin başladığı dönemde aynı zamanda  $PM_{10}$  ölçüm tekniğinin de değiştirilmesi ile beraber ölçülen  $PM_{10}$  seviyeleri 2006 yılı öncesine göre daha yüksektir. Ancak, 2006'dan günümüze kadarki aynı ölçüm tekniği ile gözlenen değerlerin yıllara göre azalma eğilimi gösterdiği Şekil 2'den görülebilmektedir. Eskişehir'de yapılan çalışmada ayrıca doğalgaz kullanımı sonucu  $PM_{10}$  seviyelerinde belirgin

bir değişimin olmadığı da belirtilmektedir. Çanakkale'de toz kömür kullanımının  $SO_2$  ve  $PM_{10}$  kirleticileri ile bağlantısının irdelendiği bir çalışmada (Uysal, 2002), toz kömür kullanımının yasaklandığı dönemlerde  $SO_2$  seviyelerinde düşüşün gözlemlendiği, ancak  $PM_{10}$  seviyesinde belirgin bir değişimin olmadığı belirtilmektedir.



Şekil 3. 2007-2012<sup>a</sup> yılları arasında Çanakkale iline ait aylık kış döneminde (Ekim - Mart ayları arası) tüketilen toplam doğalgaz miktarları ( $m^3$ ) (kutu %25-%75'lik verileri; kutu içerisindeki + : aritmetik ortalama; I : medyan; kutu dışındaki | ve | : verilerin aralığını göstermektedir. <sup>a</sup> 2012 yılına ait doğalgaz verileri sadece Ocak - Şubat aylarının toplamını temsil etmektedir.)

Çanakkale hava kalitesi ölçüm istasyonunun yeri gibi, İstanbul'da da boğaza yakın bölgelerde kurulu olan hava kalitesi ölçüm istasyonlarına ait kış dönemi  $SO_2$  seviyeleri Şekil 4'de karşılaştırılmalı olarak verilmiştir. Karşılaştırmanın yapılması için İstanbul'un seçilmesinin diğer sebebi ise; her iki ilde de yoğun boğaz trafiğinin yıl boyu sürekli olarak devam ediyor olması ve hakim rüzgar yönlerinin benzer olarak kuzeydoğu yönünde şehre doğru olmasıdır. Şekil 4'den de görüleceği üzere, Çanakkale'de ölçülen  $SO_2$  seviyeleri İstanbul'da farklı noktalarda ölçülen  $SO_2$  seviyelerinden belirgin olarak yüksektir. İstanbul'da 1990'lı yıllardan beri kademeli olarak doğalgaz kullanımı yaygınlaşmıştır. Bilindiği üzere, havadaki  $SO_2$  seviyesi özellikle evsel ve endüstriyel amaçlı katı fosil yakıt kullanımı ile ilişkilidir (Tayanç, 2000; Mukhopadhyay ve Forsell, 2005).



**Şekil 4.** 2007-2012<sup>a</sup> yılları arasında Çanakkale iline ve İstanbul Boğazı'nın iki yakasına kıyısı olan hava kalitesi ölçüm istasyonlarına ait yıllık kış dönemi (Ekim - Mart ayları arası) SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının (µg m<sup>-3</sup>) kutu grafiği, <sup>a</sup> 2012 yılına ait SO<sub>2</sub> verileri Ekim - Şubat ayları arasındaki dönemi kapsamaktadır.

### 3.3. Trafikten kaynaklanan hava kirliliği

Çanakkale'de trafikteki araç sayısı TÜİK'in 2012 Ocak ayı verilerine göre yaklaşık 157 000'dir (TÜİK, 2012). 1994 yılından beri Çanakkale'de trafikte olan motorlu kara taşıtlarının sayısının yıllara göre eksponansiyel olarak artış gösterdiği hesaplanmıştır ( $r^2 = 0,97$ ). 1994-2009 yılları arasında %239 artan araç sayısının en büyük yıllık artışının 2003-2004 yılları arasında gerçekleştiği (%29) ve 1994-2004 yılları arasında ise %124'lük bir artış olmuştur. Araç sayısının en çok arttığı yıl olan 2004'ten sonra; önceki yıllara göre daha hızlı bir artış trendinin olduğu dikkati çekmektedir. Şekil 2'ye göre PM<sub>10</sub> seviyesinde, 2004 yılından sonra belirgin bir artışın başladığı görülmektedir. Bu artışta motorlu kara taşıtlarından kaynaklanan hava kirliliğinin de etkili olabileceği düşünülmektedir. Şekil 5'de adrese dayalı nüfus sayımı ve motorlu kara taşıtlarının Çanakkale ve yakın illeri olan İstanbul, Balıkesir ve Bursa ile Türkiye geneline ait verilere göre; Çanakkale'de kişi başına düşen araba sayısının hem Türkiye ortalamasının, hem de Çanakkale'ye komşu olan diğer üç ilin ortalamalarının çok üstünde olduğu görülmektedir. Çanakkale'de neredeyse her 2 kişiye 1 araba düşmektedir. Bu nedenle gözlenen PM<sub>10</sub> seviyeleri ile araç emisyonlarının arasında bir ilişki olması muhtemeldir. PM<sub>10</sub> seviyesinin trafiğin yoğun olduğu yerlerde, trafikten uzak bölgelere göre 2,5 kata kadar artabildiği kaydedilmiştir (Querol vd., 2004).

Tüm yıl boyunca yoğun gemi geçişlerinin olduğu Çanakkale Boğazı'nın da ilin hava kalitesine etkisi vardır. 2011 yılı itibarıyla Çanakkale ve İstanbul boğazlarından yılda yaklaşık 50 000 geminin geçtiği ve gemilerin %19'unun tanker olduğu dikkati çekmektedir (T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı, 2012). Çanakkale Boğazı'ndan geçen toplam gemi sayısında en büyük artışın 2004 yılında olduğu görülmektedir (%14).

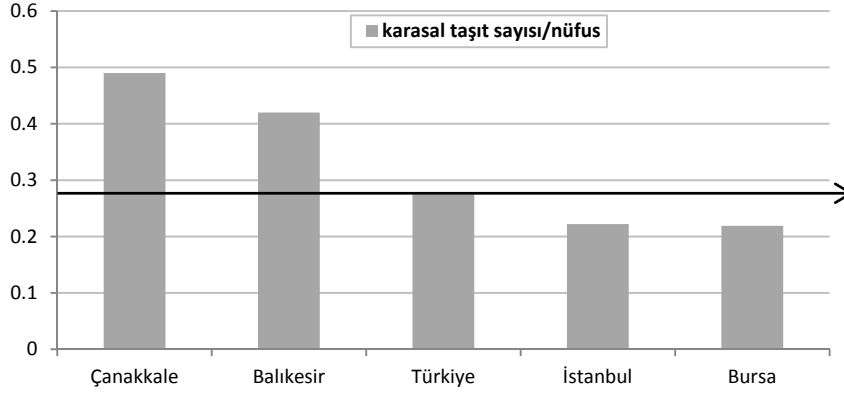
Boğazlar ile ilgili yapılan bir çalışmada, bir günde en fazla 237 geminin geçiş yapabileceği, ancak bunlardan sadece 11 adedinin tanker olabileceği belirtilmiştir (Dinç, 1996). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı'nın düzenlediği "Boğazlarda Çevresel Risklerin Önlenmesi" toplantısında boğazlardan geçen gemi sayısının azaltılması ve ileri teknolojiyle donatılmış gemilerin geçişlerine izin verilmesi yönünde

görüş belirtilmesi, bu açıdan olumlu bir gelişmedir. Motorlu kara ve deniz taşıtlarının yıl boyu yoğun olarak Çanakkale ve İstanbul'da benzer hava kalitesi emisyonuna neden olabileceği göz önünde bulundurulduğunda, 2007-2012 yılları arasında Çanakkale ve İstanbul Boğazı'na kıyısı olan hava kalitesi ölçüm istasyonlarında ölçülen kış dönemi PM<sub>10</sub> seviyeleri Şekil 6'da verilmiştir. Buna göre, Çanakkale'de ölçülen PM<sub>10</sub> seviyeleri geniş bir aralıkta değişmekle beraber, ortalama ve medyan değerleri açısından, potansiyel endüstriyel PM<sub>10</sub> kaynağının da yoğun olduğu İstanbul'da ölçülen değerlerle benzerlik göstermektedir.

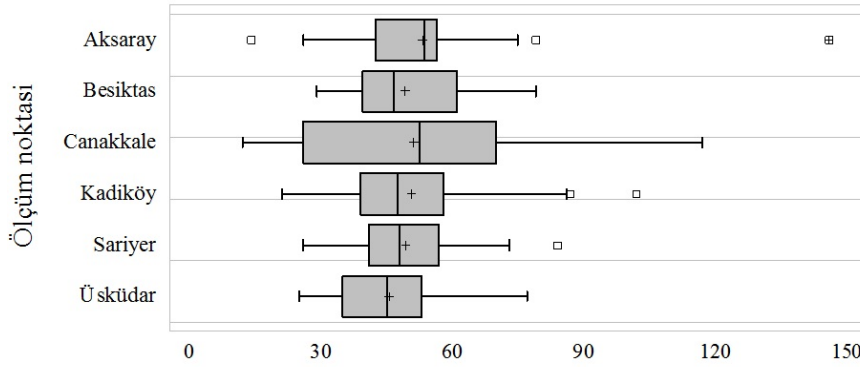
### 3.4. Meteorolojik koşullar

Meteorolojik koşulların hava kalitesi üzerine etkisi vardır. Çanakkale'de rüzgar hızı genellikle yüksektir (50 m'de genellikle  $\geq 7 \text{ m sn}^{-1}$ ) (EİE, 2010) ve yılın büyük bir bölümü kuzeyli rüzgarların etkisindedir. Çanakkale'ye ait bağıl nem, sıcaklık ve rüzgar hızının 1991 – 2012 yılları arasındaki ortalama değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre, nemin tüm yıl boyunca %60'ın üzerinde olduğu; sıcaklığın yıl boyu > 0-30°C arasında değiştiği; ortalama rüzgar hızının (10 metrede) da  $5 \text{ m sn}^{-1}$  civarında olduğu; Haziran-Temmuz-Ağustos aylarında alçak basınç sistemlerinin, yılın diğer aylarında ise yüksek basınç sistemlerinin etkili olduğu ve aylık bulutlu gün sayısının ortalama olarak %50'den fazla olduğu görülmektedir (DMİ, 2012). Çanakkale ili ülkemizin en yüksek rüzgar hızı ve rüzgarlı gün sayısının gözleendiği yeridir. Bu nedenle, rüzgarın neden olabileceği kirlenici taşınımı ve diğer meteorolojik koşulların da hava kalitesini etkileyebileceği bilinmektedir. Aylık kuvvetli rüzgarlı (>17,2 m sn<sup>-1</sup>) gün oranının %10 - %90 arasında ve yoğunlukla  $\geq 50$  civarında olduğu ve hakim rüzgar yönünün Kuzeydoğu yönünde olduğu belirlenmiştir (DMİ, 2012).

Uydudan alınan günlük aerosol taşınımı verilerine göre, özellikle 2007-2010 yılları arasında kış döneminde toz taşınımının olduğu gün sayısının 30'un üzerinde ve sıklıkla Aralık ayında gözleendiği; en fazla toz taşınımının olduğu yılın ise 2010 yılı olduğu (70 gün) gözlenmiştir (NASA, 2012). Şekil 2'den görüleceği üzere, PM<sub>10</sub> seviyelerinde 2007-2010 döneminde önceki yıllara göre ısınma dönemindeki artışa, toz taşınımının katkısının olabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 5. Kişi başına düşen karasal motorlu taşıt sayıları (TÜİK, 2011,2012'den derlenmiştir).



Şekil 6. 2007-2012<sup>a</sup> yılları arasında Çanakkale iline ve İstanbul Boğazı'nın iki yakasına da kıyısı olan hava kalitesi ölçüm istasyonlarına ait yıllık kış dönemi (Ekim - Mart ayları arası) PM<sub>10</sub> konsantrasyonlarının (µg m<sup>-3</sup>) kutu grafiği.  
a) 2012 yılına ait PM<sub>10</sub> verileri Ekim-Şubat ayları arasındaki dönemi kapsamaktadır.

Tablo 1. 1991-2012 yılları arası aylık ortalama meteorolojik parametreler (bağıl nem (%), sıcaklık (°C), rüzgar hızı (m sn<sup>-1</sup>), atmosferik basınç (kPa))

Ay	Bağıl nem (%)	Sıcaklık (°C)	Rüzgar hızı (m sn <sup>-1</sup> )	Basınç (kPa)
1	79,7	6,3	3,9	101,93
2	79,1	6,6	4	101,62
3	75,8	9,1	3,8	101,45
4	71,6	13	3,3	101,56
5	69,4	18,1	2,9	101,36
6	62,3	23,3	2,9	101,23
7	57,6	25,8	3,4	101,16
8	60	25,8	3,3	101,18
9	65	21,1	3	101,51
10	74,6	16,9	3,1	101,79
11	77,9	11,8	3,3	101,84
12	79,3	8,7	3,7	101,82

Ayrıca, Çanakkale'de ikincil hakim rüzgar yönü olan güneybatı yönünde bulunan Libya çöllerinden gelebilecek olan toz taşınımının da hava kirliliği üzerinde etkisi olabilir. Afrika kökenli toz ve antropojenik emisyonların bölgesel taşınımının PM<sub>10</sub> episodlarında belirgin bir katkısı olduğu (İm vd., 2011) ve 2002 yılında kış döneminde meydana gelen PM<sub>10</sub> episodlarının yarısının Doğu Avrupa'dan gelen hava kütlelerinden kaynaklandığı hesaplanmıştır (Kindap vd., 2006).

### 3.5. Hava kirlleticiler ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişki

Yapılan Spearman rank analizine göre meteorolojik parametreler ile SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> ve ozon seviyeleri arasında istatistiksel güven seviyesinde ilişkilerin olduğu bulunmuştur (Tablo 2). Ozon konsantrasyonlarının Ekim ayından itibaren artıyor olması, kış döneminde ozonun yarılanma ömrünün uzun olmasına bağlı olarak (yaklaşık 200 gün) antropojenik

**Tablo 2.** Aylık meteorolojik parametreler (bulutluluk (0-10), rüzgar hızı ( $m\ sn^{-1}$ ), toplam yağış (mm)) ile  $PM_{10}$  ( $\mu g\ m^{-3}$ ),  $SO_2$  ( $\mu g\ m^{-3}$ ) ve Ozon (Dobson birimi) seviyeleri arasındaki Spearman rank korelasyonu.

Parametre	Ozon	Bulutluluk	$PM_{10}$	Rüzgar hızı	$SO_2$	Toplam yağış	Ay (Ekim-Mart)
Ozon	1						
Bulutluluk	-	1					
$PM_{10}$	-		1				
Rüzgar hızı	0,58 <sup>c</sup>	0,46 <sup>c</sup>	-	1			
$SO_2$	-	0,34 <sup>c</sup>	0,48 <sup>c</sup>	0,26 <sup>a</sup>	1		
Toplam yağış	-	0,43 <sup>c</sup>	-	0,31 <sup>b</sup>	-	1	
Ay (Ekim-Mart)	0,94 <sup>c</sup>	-	0,21 <sup>c</sup>	0,28 <sup>b</sup>	0,38 <sup>b</sup>	-	1

<sup>a</sup> $p < 0,05$ , <sup>b</sup> $p < 0,01$ , <sup>c</sup> $p < 0,01$

kaynaklı ozonun akümüle olarak seviyesinin bahar aylarına kadar artış göstermesi gösterilebilir (Liu vd. 1987).  $SO_2$  konsantrasyonları Ekim ayından itibaren artmakta ve bu artış kömür gibi katı yakıtların kış döneminde ısınma amaçlı tüketimi ile ilişkilendirilebilir.  $PM_{10}$  ve  $SO_2$  arasında ilişki olduğu Tablo 2'den görülmektedir.  $PM_{10}$  ve  $SO_2$ 'nin kış döneminde en önemli kaynaklarının ısınma amaçlı kullanılan özellikle fosil yakıtlardan kaynakladığı bilindiğinden, aralarında korelasyon beklenmektedir. İstanbul'da yapılan bir çalışmada  $PM_{10}$  ve  $SO_2$  arasındaki ilişkinin yakıt olarak doğalgaz kullanımının yaygınlaşmadığı dönemde yüksek olduğu ve hava kirliliğinin yıllara göre azalma göstermesinde katı yakıt yerine doğalgaza geçişin etkili olduğu belirtilmektedir (Tayanç, 1999).

Literatürde meteorolojik parametrelerin Çanakkale hava kalitesine etkisinin incelendiği herhangi bir çalışma bulunmadığından, gerek boğazların varlığı gerekse benzer iklim ve hakim rüzgar yönleri gibi benzerliklerin olması nedeni ile İstanbul ili için yapılmış çalışmalardan faydalanılmıştır. İstanbul'da halihazırda kurulu olan hava kalitesi ölçüm istasyonlarından 2005-2009 yılında temin edilen hava kalitesi verilerinin mekansal ve zamansal değişiminin araştırıldığı bir çalışmada hava kirliliğine sırasıyla, trafik, ısınma, endüstri, cadde tozları, gemiler ve rüzgar hızı ve yönü, yağış ve basınç gibi meteorolojik parametreler ile topoğrafyanın etkisinin olduğu bulunmuştur (Unal vd., 2011).

İstanbul Boğazı'nın Kadıköy ve Sarayhane olmak üzere iki yakasının deniz kıyısında bulunan hava kalitesi ölçüm istasyonları verilerinin uydu görüntüleri ile ilişkilendirildiği bir çalışma (İm vd., 2008), Çanakkale'deki bazı koşullar ile benzerlik göstermektedir: İstanbul'da gözlenen yüksek ozon seviyelerinin genellikle Çanakkale'de de Haziran-Ağustos ayları hariç hakim olan yüksek basınç koşulları ile ve benzer gözlenen hakim rüzgar yönlerinin (NE ve SW) etkisinde olduğu belirtilmektedir. İstanbul, Kahire ve Atina gibi Doğu Akdenizin üç metropolündeki hava kalitesinin uydu görüntüleri ve atmosferik modellemeler ile irdelendiği bir çalışmada, doğal ve antropojenik kirlenme kaynaklarının uzun menzilli ve bölgesel taşınımının, bu bölgelerde halihazırda bulunan yerel kaynakların neden olduğu hava kirliliği kadar önemli olduğu belirtilmektedir (Kanakidou vd., 2011). İstanbul'da yapılan hava kirlenme kaynaklarının araştırıldığı

başka bir çalışmada da yaz döneminde Balkanlar ve Batı Avrupa'dan taşınımın etkili olduğu; İstanbul'daki hava kirlenme kaynaklarının ise kış döneminde Batı Karadeniz ve Doğu Avrupa'ya, yaz döneminde ise Ege ve Doğu Akdenizi etkilediği belirtilmektedir (Koçak vd., 2011).

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada Çanakkale ilinde hava kalitesini etkileyebileceği düşünülen trafik, ısınma ve meteorolojik koşulların hepsinin birden hava kalitesi üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Kişi başına düşen araç sayısının yüksek olması nedeniyle motorlu taşıtlardan ve boğazlardan geçen gemilerden kaynaklanan kirliliğin özellikle  $PM_{10}$  konsantrasyonlarının artışına sebep olduğu düşünülmektedir. Doğalgaz kullanımına geçilmesinin üzerinden henüz beş yıl geçmesine rağmen, ısınma kaynaklı hava kirliliğinin (özellikle ilin  $SO_2$  emisyonları açısından) azalması yönünde etkili olduğu, doğalgaza yıllar önce geçiş yapmış olan İstanbul'daki hava kirlenme konsantrasyonlarındaki azalma, hava kalitesi ölçüm istasyonlarının sonuçları da karşılaştırılarak dikkate alındığında da söylenebilir. Bununla beraber, doğalgaz kullanımının daha çok yaygınlaşması ile özellikle ısınma dönemi  $SO_2$  konsantrasyonlarında ciddi düşüşler olacağı beklenebilir. İl genelinde yapılacak diğer hava kirlenme ölçümünü içeren bir hava kalitesi tespiti çalışması ile kirlenme kaynaklarının mekansal değişiminin incelenmesi faydalı olacaktır.

#### Kaynaklar

- Aksu, M., 1998. Denizlerin Petrol ile Kirlenmesi ve Temizleme Yöntemleri. *Mersin Deniz Ticareti Dergisi* 771, 23.
- Atımtay, A., 2003. Ankara'da Önemli Kavşaklardaki Hidrokarbon Kirliliğinin İncelenmesi, V. *Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, 1-4 Ekim, 2003, Ankara.
- Borrego, C., Tchepel, O., Barros, N., Miranda, A.I., 2000. Impact of Traffic Emissions on Air Quality of the Lisbon Region. *Atmospheric Environment* 34, 4683-4690.
- Corbett, J.J., Fischbeck, P.S., 1997. Emissions from Ships. *Science* 278-5339, 823-824.
- Çanakkalegaz, 2012. Çanakkale Merkez ve ilçeleri için 2007-2012 yılları arasında doğalgaz abone ve tüketim verileri.
- Deniz, C., Durmuşoğlu, Y., 2008. Estimating shipping emissions in the region of the Sea of Marmara, Turkey. *Science of the total environment* 390, 255– 261.

- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ). Çanakkale ili için 1991-2012 yıllarına ait meteorolojik parametreler, 2012.
- Dinç, Ö., 1996. *İstanbul Boğazı ve Marmara Bölgesi Deniz Trafik Düzeni Hakkındaki Tüzüğe göre İstanbul Boğazı Deniz Trafiğinin Optimizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dündar, Y., 1995. Ülkemizde Hava Kirliliğinin Son Beş Yılı, *Çevre ve İnsan. Çevre Bakanlığı Yay.* 23, 16-20.
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE), Evaluating wind power projects in Turkey, The European Wind Energy Association Policy Workshop: Integrating power in Turkey, 2010.
- International Institute for Applied System Analysis (IIASA), 2008. IIASA Annual Report. [www.iiasa.ac.at/Research/APD](http://www.iiasa.ac.at/Research/APD).
- İm, U., Poupkou, A., Incecik, S., Markakis, K., Kindap, T., Unal, A., Melas, D., Yenigun, O., Topcu, S., Odman, M.T., Tayanc, M., Guler, M., 2011. The impact of anthropogenic and biogenic emissions on surface ozone concentrations in Istanbul, *Science of The Total Environment* 409/7, 1255-1265.
- İm, U., Tayanç, M., Yenigün, O., 2008. Interaction patterns of major photochemical pollutants in Istanbul, Turkey. *Atmospheric Research* 89, 382–390.
- Kanakidou, M., vd., 2011. Megacities as hot spots of air pollution in the East Mediterranean. *Atmospheric Environment* 45, 1223-1235.
- Kindap, T., Unal, A., Chen, S.-H., Hu, Y., Odman, M.T., Karaca M., 2006. Long-range aerosol transport from Europe to Istanbul, Turkey. *Atmospheric Environment* 40, 3536-3547.
- Koçak, M., Theodosi, C., Zampas, P., Ima, U., Bougiatioti, A., Yenigun, O., Mihalopoulos, N., 2011. Particulate matter (PM<sub>10</sub>) in Istanbul: Origin, source areas and potential impact on surrounding regions. *Atmospheric Environment* 45, 6891-6900.
- Liu, S. C., M. Trainer, F. C. Fehsenfeld, D. D. Parrish, E. J. Williams, D. W. Fahey, G. Hubler., Murphy, P.C., 1987. Ozone production in the rural troposphere and implications for regional and global ozone production. *Journal of Geophysical Research* 92, 4191-4207.
- Lowles, I., 1998, Emissions of sulphur dioxide from Ships, in: Costs and Benefits of Controlling Sulphur Dioxide Emissions from Ships in the North Sea and Seas to the West of Britain, A report for the Dept. of the Envir., Transport and the Regions, May 1998.
- MARPOL, Revised MARPOL Annex VI, Regulations for the Prevention of Air Pollutants from Ships, 2005.
- Mayer, H., 1999. Air pollution in cities. *Atmospheric Environment* 33, 4029-4037.
- Mukhopadhyaya, K., Forssellb, O., 2005. An Empirical Investigation of Air Pollution From Fossil Fuel Combustion and Its Impact On Health in India During 1973–1974 to 1996–1997. *Ecological Economics* 55, 235– 250.
- NASA. TOMS ozone database, 2011. <http://toms.gsfc.nasa.gov>. TOMS aerosol database, 2012. <http://toms.gsfc.nasa.gov>
- Özdemir, H., Borucu, G., Demir, G., Yiğit, S., Ak, N., 2010. İstanbul'daki Çocuk Oyun Parklarında Partikül Madde (PM<sub>2,5</sub> ve PM<sub>10</sub>) Kirliliğinin İncelenmesi. *Ekoloji* 20, 72-79.
- Özden, Ö., Döğeroğlu, T., Kara, S., 2008. Assessment of ambient air quality in Eskisehir, Turkey. *Environment International* 34, 678-687.
- Penko, L., Rovsek, V. 2008. Air pollution from ships. 11th International Conference on Transport Science - ICTS 2008, 28-29 May 2008, Portorož, Slovenija.
- Querol, X., Alastuey, A., Ruiz, C., Artinano, B., Hansson, H., Harrison, R., vd., 2004. Speciation and origin of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in selected European cities. *Atmospheric Environment* 38, 6547-6555.
- Raaymeekers, S., 2003. Maritime Transport & High Seas Governance Regulation, Risks and the IMO Regime, Marine Environment Division. *International Maritime Organization, International Workshop on Governance of High Seas Biodiversity Conversation*, June 17-20 2003, Cairns, Australia.
- T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı, 2012. 1996-2007 Yılları İstanbul ve Çanakkale Boğazları Gemi Geçiş Analizleri ve 2008-2009 Yılı Türk Boğazları Gemi Geçiş İstatistikleri. <http://www.denizcilik.gov.tr>.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2012. Hava kalitesi izleme istasyonları web sayfası. [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr)
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012. Hava Kalitesi Bülteni. <http://www.csb.gov.tr/gm/cygm/index.php?Sayfa=sayfahtml&id=1494>.
- Taşdemir, Y., 2002. Bursa'da Kükürtdioksitten Kaynaklanan Hava Kirliliği. *Ekoloji Çevre Dergisi* 11, 12-15.
- Tayanç, M., 2000. An Assessment of Spatial and Temporal Variation of Sulfur dioxide Levels Over Istanbul, Turkey, *Environmental Pollution* 107, 61-69.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2011. Nüfus İstatistikleri, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) istatistikleri.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2012. Ulaştırma İstatistikleri, İllere göre motorlu kara taşıtları istatistikleri.
- Unal, S., Toros, H., Deniz, A., Incecik, S., 2011. Influence of meteorological factors and emission sources on spatial and temporal variations of PM<sub>10</sub> concentrations in Istanbul metropolitan area. *Atmospheric Environment* 45, 5504-5513.
- Uysal, İ., 2002. Çanakkale'de 1991-2001 Yılları Arasında Hava Kirliliği Sorunu. *Ekoloji* 11, 18-23.
- Whall, C., et al., 2002. Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community, Report to the European Commission, Entec, Northwich, UK.





Research Article

## Comparative Determination of Ambient Air Quality of Canakkale City According to the Pollution Sources

Sibel MENTEŞE<sup>✉</sup>, Canan CAN YARIMTEPE

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, 17020 Çanakkale

Received: April 13, 2012; Accepted: October 30, 2012

### ABSTRACT

When concentrations of PM<sub>10</sub> and SO<sub>2</sub> observed during last two decades in Canakkale city were compared to set values, it can be seen that levels of those pollutants were high especially in the winter. No comprehensive air quality measurement study has been carried out in Canakkale city so far. On the other hand, smoggy and uncomfortable air conditions have been observed frequently due to the solid fuel consumption. Meteorological conditions in Canakkale city can also lead to transport of air pollutants, which influenced by strong Northern winds (average wind speed in 50 m  $\geq 7$  m s<sup>-1</sup>) with the yearly average number of windy days of 180. Although any industrial facility in the city center, which may have the effect on air pollution, is not available, plenty of ships, passing through the Dardanelles might affect the air quality with the strong winds. For this reason, maritime traffic is also important in addition to road traffic. Although residential natural gas subscription rate has raised to over 50% in five years, the average winter SO<sub>2</sub> levels decreased to 40  $\mu\text{g m}^{-3}$  between 2008-2011 but then showed a slight increasing trend ( $>50$   $\mu\text{g m}^{-3}$ ) during last two years. In contrast, PM<sub>10</sub> levels increased to over 50  $\mu\text{g m}^{-3}$  by the year 2010 and declined to  $<30$   $\mu\text{g m}^{-3}$  in last two years. In this study, the variation of air quality of Canakkale city was extensively examined on the basis of heating, traffic, and meteorological conditions. Furthermore, pollutant levels were compared with those measured at the coastal air quality measurement stations located across the Bosphorus, Istanbul, in which natural gas has being used for many years.

**Anahtar Kelimeler:** air quality of Canakkale, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, traffic, heating, meteorology, naturalgas consumption

© Turkish National Committee of Air Pollution Research and Control.