

## MANİSA MERKEZ VE SOMA İLÇESİ 2017 YILI HAVA KALİTESİ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### THE EVALUATION OF MANISA CENTRAL DISTRICT AND SOMA DISTRICT'S AIR QUALITY DATA IN 2017

Muammer YILMAZ  
Düzce Toplum Sağlığı Merkezi

#### ÖZ

**AMAÇ:** Çalışmada, muhtemel hava kirlenici kaynaklarının farklı olduğu Manisa-Merkez ve Manisa-Soma hava kalitesinin kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) ve partikül madde (PM<sub>10</sub>) parametreleri yönünden karşılaştırılması amaçlanmıştır.

**GEREÇ VE YÖNTEM:** Bu çalışma, 01.01.2017-31.12.2017 tarihleri arasındaki Manisa -Merkez ve Manisa-Soma hava kalitesi ölçüm değerleri T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının web sitesinden elde edilerek incelendiği kesitsel çalışmadır. Çalışmada Manisa-Merkez ve Manisa-Soma SO<sub>2</sub> ve PM<sub>10</sub> değerleri yaz-kış sezonlarına, aylara göre karşılaştırılmıştır. Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) sınıflandırması, sınır değerler ve tanımlar Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre yapılmıştır.

#### BULGULAR:

Soma'da 2017 yılında PM<sub>10</sub> ortalaması 78.02±40.72, Manisa'da 77.03±28.32; Soma'da SO<sub>2</sub> ortalaması 89.08±91.62, Manisa'da 9.65±4.91'tir. Soma'da PM<sub>10</sub> kış sezonu ortalaması 92.85±44.57, yaz sezonu 55.32±17.17 (z=-7.37, p<0.001) iken Manisa'da PM<sub>10</sub> kış sezonu 87.12±34.07, yaz sezonu 66.92±16.22'dir (z=-5.58, p<0.001). Soma'da ve Manisa'da PM<sub>10</sub> HKİ sınıflamasının iyi, orta ve hassas seviyeleri görülmüş, yaz ve kış sezonuna göre dağılımı anlamlı farklılık göstermiştir (sırasıyla:  $\chi^2=55.32$ , p<0.001;  $\chi^2=26.61$ , p<0.001). Soma'da 50 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub> limit değeri yaz sezonunda 63 (%57.8) kış sezonunda 132 (%82.5) toplam 269 (%72.5) gün aşılmıştır ( $\chi^2=19.83$ , p<0.001). Manisa'da 50 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub> limit değeri yaz sezonunda 160 (%87.4) kış sezonunda 154 (%92.2) toplam 314 (%89.7) gün aşılmıştır ( $\chi^2=2.16$ , p=0.14). Soma'da SO<sub>2</sub> kış sezonu ortalaması 131±86.28, yaz sezonu 14.73±17.46 (z=-13.11, p<0.001) iken Manisa'da SO<sub>2</sub> kış sezonu 11.36±6.94, yaz sezonu 8.6±3.88'dir (z=-3.64, p<0.001). Soma'da 125 µg/m<sup>3</sup> SO<sub>2</sub> limit değeri kış sezonunda 83 (%46.4) gün aşılmıştır. Manisa'da SO<sub>2</sub> limit değeri kış sezonunda aşılmamıştır. Soma ve Manisa'da SO<sub>2</sub> limit değeri yaz sezonunda aşılmamıştır.

**SONUÇ:** PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> düzeyleri kış sezonunda artış göstermekle birlikte, PM<sub>10</sub> kirliliği Soma'da kış sezonunda, Manisa'da hem kış ve hem de yaz sezonunda etkili olmaktadır. Soma'da PM<sub>10</sub> kirliliğinin yanında SO<sub>2</sub> kirliliği de vardır. Özellikle kış sezonunda SO<sub>2</sub> limit değerleri halk sağlığını tehdit edecek düzeylere ulaşmaktadır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Hava kalitesi, hava kirliliği, partikül madde.

#### ABSTRACT

**OBJECTIVE:** In the study, it is aimed to compare areas where possible sources of air pollution are different that Manisa-Center and Manisa-Soma air qualities in terms of sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) and particulate matter (PM<sub>10</sub>) parameters.

**MATERIAL AND METHODS:** This is cross-sectional study that Manisa-Center and Manisa-Soma air quality measurement values between 01.01.2017 and 31.12.2017 which is obtained from the website of the Ministry of Environment and Urbanization. In the study Manisa-Center and Manisa-Soma SO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub> values were compared in summer and winter seasons. Air Quality Index (AQI) classification, limit values and definitions were made according to the Air Quality Assessment and Management Regulation.

**RESULTS:** In Soma, the PM<sub>10</sub> averaged 78.02±40.72 in 2017 and 77.03±28.32 in Manisa; The mean SO<sub>2</sub> in Soma was 89.08±91.62 and in Manisa it was 9.65±4.91. In Soma, PM<sub>10</sub> winter season average is 92.85±44.57, summer season is 55.32±17.17 (z=-7.37, p<0.001) while in Manisa PM<sub>10</sub> winter season is 87.12±34.07 and summer season is 66.92±16.22 (z=-5.58, p<0.001). In Soma and Manisa, the PM<sub>10</sub> grade of AQI was found to have good, average and critical levels, with a significant difference in the distribution according to the summer and winter seasons (respectively:  $\chi^2=55.32$ , p<0.001;  $\chi^2=26.61$ , p<0.001). In Soma, 50 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub> limit value was exceeded in 63 (57.8%) summer season and 132 (82.5%) total 269 (72.5) days in winter season ( $\chi^2=19.83$ , p<0.001). In Manisa, the PM<sub>10</sub> limit value of 50 µg/m<sup>3</sup> was exceeded in summer season 160 (87.4%) and in winter season 154 (92.2%) by 314 (89.7%) days in total ( $\chi^2=2.16$ , p=0.14). In Soma, SO<sub>2</sub> winter season average was 131±86.28, summer season was 14.73±17.46 (z=-13.11, p<0.001) while in Manisa the SO<sub>2</sub> winter season was 11.36±6.94 and summer season was 8.6±3.88 (z=-3.64, p<0.001). In Soma, the SO<sub>2</sub> limit value (125 µg/m<sup>3</sup>) was exceeded by 83 (46.4%) days during the winter season. In Manisa, the SO<sub>2</sub> limit value is not exceeded in the winter season. In Soma and Manisa, the SO<sub>2</sub> limit value is not exceeded in the summer season.

#### CONCLUSIONS:

PM<sub>10</sub> and SO<sub>2</sub> levels are increasing in winter, PM<sub>10</sub> pollution is effective in winter in Soma, in Manisa in both winter and summer seasons. Soma has SO<sub>2</sub> pollution as well as PM<sub>10</sub> pollution. Especially in the winter, SO<sub>2</sub> limit values reach levels that threaten public health.

**KEYWORDS:** Air quality, air pollution, particulate matter.

**Geliş Tarihi / Received:** 21.03.2018

**Kabul Tarihi / Accepted:** 28.08.2018

**Yazışma Adresi / Correspondence:** Uzm.Dr.Muammer AVCI

Düzce Toplum Sağlığı Merkezi

zerkesa@gmail.com

## GİRİŞ

Günümüzde çevre sorunları çeşitlenerek artmakta doğa ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Hava kirliliği ise bu tehdidin başında gelmektedir (1, 2). Hava kirliliği; atmosferde yabancı maddelerin insan sağlığına ve faaliyetlerine, diğer canlıların sağlığına ve faaliyetlerine, eşyalar üzerine ve estetik ölçülere etki yapacak miktar ve sürelerde bulunması olarak tanımlanır (3, 4, 5). Hava kirliliği kitlesel sonuçlara neden olmaktadır. Tarihte yaşanan hava kirliliği nedeniyle, binlerce insan hayatını kaybetmiş, günümüzde de devam edecek şekilde hastalıklar artmıştır (1, 2, 5). Dünya Sağlık Örgütü'ne göre Dünya nüfusunun %92'si, hava kirletici değerlerinin Dünya Sağlık Örgütü sınır değerlerini aştığı yerlerde yaşamaktadır. Dünya genelinde tahminen 3 milyon erken ölüm, dış ortam hava kirliliğinden kaynaklanan kalp hastalığı, inme, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, akciğer kanseri ve çocuklarda akut solunum yolu enfeksiyonlarına bağlı olarak gerçekleşmektedir (4).

Halk sağlığı açısından, partikül madde (PM), ozon ( $O_3$ ), azot dioksit ( $NO_2$ ) ve kükürt dioksit ( $SO_2$ ) en güçlü kanıtlara sahip olan kirleticilerdir. Özellikle partikül madde ile ilişkili sağlık riskleri ( $PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$ ) iyi belirlenmiştir. Partikül madde, sülfat, nitratlar, amonyak, sodyum klorür, siyah karbon, mineral toz ve sudan oluşan solunabilir partiküllerdir. PM taşıtlarda, ev ve sanayide kullanılan petrol ürünleri, kömür, biyokütle gibi katı yakıtların yanması ve inşaat, madencilik, çimento üretimi diğer gibi endüstriyel faaliyetler sonucu oluşur. PM akciğer hava yollarında derinlerine nüfuz etme ve kan dolaşımına girme kabiliyetine sahiptir. Bu nedenle kardiyovasküler, serebrovasküler sistem ve solunum yolu üzerinde olumsuz etkilere sebep olur (4, 5, 6). PM, 2013 yılında, Dünya Sağlık Örgütü Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) tarafından akciğer kanseri nedeni olarak sınıflandırılmıştır (4).

Kükürt dioksit esas olarak kömür ve petrol gibi fosil yakıtların yanması sonucu oluşur.  $SO_2$ 'ye maruz kalmak gözlerde tahrişe neden olur ve solunum sistemini etkiler.  $SO_2$ 'ye maruz kalma, astım ve kronik bronşit gibi solunum yolu hastalıklarını kötüleştirebilir, ayrıca acil servislere yapılan başvuruları ve hastaneye yatışları arttırır (2, 4, 5, 6).

Dış ortam hava kirliliğine maruz kalma ile düşük

doğum ağırlığı, prematüre doğum gibi olumsuz doğum sonuçları ilişkilendirilmiştir. Yeni kanıtlar ayrıca, hava kirliliği çocuklarda diyabete sebep olabileceğini ve nörolojik gelişmeyi etkileyebileceğini de ortaya koymaktadır (4).

Türkiye'de hava kirliliği ise, 1950'lerden sonra görülmeye başlanmıştır. Bu dönemde, Türkiye'de hızlı nüfus artışı olmuş, kırsaldan kentsel bölgelere göç artmış ve endüstrileşme hız kazanmıştır. Tüm bunlar da enerji üretmek için petrol ve kömür gibi yakıtların tüketimini arttırmıştır. Oluşan hava kirliliğini önleme çalışmaları, hava kirliliğini azaltmada başarılı olmakla birlikte; son yıllarda, her geçen gün hava kalitesinin düştüğü görülmektedir. Artan nüfusla beraber artan kentleşme, sanayileşme ve ulaşım giderek artmaktadır. Kent nüfusunun artması ise ulaşım ve kentleşmeden kaynaklı emisyonları artırmıştır (2, 5).

Dünya Sağlık Örgütü hava kirliliğinin azaltılması ile milyonlarca erken ölümün önlenebileceğini öngörmektedir (7). Hava kirliliği sorununda çözüm için mevcut durumun ortaya konulması ilk adım olarak büyük önem arz etmektedir (2). Manisa ilinde iki bölgede hava kirleticilerine ilişkin ölçüm yapılmaktadır (3). Bu bölgelerden, Manisa ili Soma ilçesinde önemli bir  $SO_2$  kaynağı olan linyit kömürü ile elektrik üretimi yapan termik santral bulunmaktadır. Manisa Merkez İlçesinde ise nüfus yoğunluğu, şehir içi ve şehirlerarası trafik yoğunluğu, sanayi ve inşaat sektörü faaliyetleri fazladır. Bu iki bölgenin muhtemel hava kirletici kaynaklarının farklı olması nedeniyle, bu bölgelerde yaşayan canlıların maruz kaldığı riskler ve sorunun çözümüne yönelik yaklaşım farklı olabilecektir. Bu çalışmada, Manisa-Merkez ve Manisa-Soma hava kalitesinin kükürtdioksit ( $SO_2$ ) ve partikül madde ( $PM_{10}$ ) parametreleri yönünden değerlendirilmesi ile bu iki bölgedeki hava kirliliğinin çözümüne katkıda bulunmak adına, sorunun ve varsa farklarının ortaya konması amaçlanmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

### *Etik Kurul Onayı*

19 Ağustos 2011 tarih ve 28030 Sayılı "Klinik araştırmalar hakkında yönetmelik" gereği çalışma için etik kurul onayı alınmamıştır (9).

Verilerin analizinde IBM SPSS Statistics 20 paket programı kullanılmıştır. Sürekli ölçümler için

normallik kontrolleri Kolmogorov-Smirnov testi ile test edilmiştir ve normal dağılım göstermediği gözlenmiştir. Yaz ve kış sezonlarına göre PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> değerlerine ait karşılaştırmalar için Mann-Whitney U testi; aylara göre karşılaştırmalar için Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır ve tanımlayıcı istatistikler olarak minimum, maksimum ortanca ve %25-%75 aralık değerleri verilmiştir. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında Pearson Ki-kare testi kullanılmıştır ve tanımlayıcı istatistikler olarak frekans ve yüzde değerleri verilmiştir. Sonuçlar % 95'lik güven aralığında, anlamlılık p<0,05 düzeyinde değerlendirilmiştir.

## BULGULAR

Soma'da 2017 yılında 269 gün PM<sub>10</sub> , 298 gün SO<sub>2</sub> ölçümü yapılırken; Manisa'da 350 gün PM<sub>10</sub> , 349 gün SO<sub>2</sub> ölçümü yapılmıştır. Soma'da 2017 yılında PM<sub>10</sub> ortalaması 78.02±40.72 (min:23, max:219), Manisa'da 77.03±28.32 (min:40, max:186); Soma'da SO<sub>2</sub> ortalaması 89.08±91.62 (min:1, max:457), Manisa'da 9.65±4.91'tir (min:1, max:27). Soma'da PM<sub>10</sub> kış sezonu ortalaması 92.85±44.57, yaz sezonu ortalaması 55.32±17.17 (z=-7.37, p<0.001) iken Manisa'da PM<sub>10</sub> kış sezonu ortalaması 87.12±34.07, yaz sezonu ortalaması 66.92±16.22'dir (z=-5.58, p<0.001). Soma'da en yüksek PM<sub>10</sub> ortalaması Kasım (111.30±35.37), en düşük PM<sub>10</sub> ortalaması haziran ayında (51.76±14.75) gerçekleşmiştir (F=13.72, p<0.001). Manisa'da ise en yüksek PM<sub>10</sub> ortalaması Kasım (118.40±35.87), en düşük PM<sub>10</sub> ortalaması Temmuz ayında (60.67±8.47) gerçekleşmiştir (F=14.41, p<0.001). Soma'da ve Manisa'da PM<sub>10</sub> HKİ sınıflamasının iyi, orta ve hassas seviyeleri görülmüş, yaz ve kış sezonuna göre dağılımı anlamlı farklılık göstermiştir (sırasıyla:  $\chi^2=55.32$ , p<0.001;  $\chi^2=26.61$ , p<0.001). Soma'da ve Manisa'da PM<sub>10</sub> HKİ sınıflamasının yaz ve kış sezonuna göre dağılımı gösterilmiştir (**Tablo 1**).

**Tablo 1.** Soma'da ve Manisa'da PM<sub>10</sub> HKİ sınıflamasının yaz ve kış sezonuna göre dağılımı

| Şehir  | Sezon      | İyi Sayı(Yüzde)* | Orta Sayı(Yüzde)* | Hassas Sayı(Yüzde)* | Toplam Sayı(Yüzde)** | İstatistik $\chi^2, p$ |
|--------|------------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|------------------------|
| Soma   | Yaz sezonu | 46 (42,2)        | 61 (56,0)         | 2(1,8)              | 109(40,5)            | 55,32                  |
|        | Kış sezonu | 28(17,5)         | 68(42,5)          | 64(40,0)            | 160(59,5)            | <0,001                 |
|        | Toplam     | 74(27,5)         | 129(48,0)         | 66(24,5)            | 269(100,0)           |                        |
| Manisa | Yaz sezonu | 23(12,6)         | 149(81,4)         | 11(6,0)             | 183(52,3)            | 26,61                  |
|        | Kış sezonu | 13(7,8)          | 111(66,5)         | 43(25,7)            | 167(47,7)            | <0,001                 |
|        | Toplam     | 36(10,3)         | 260(74,3)         | 54(15,4)            | 350(100,0)           |                        |

\*Satur yüzdesi

\*\*Sütun yüzdesi

Soma'da ve Manisa'da PM<sub>10</sub> 24 saatlik 50 µg/m<sup>3</sup> limit değerin aşıldığı ve aşılmadığı gün sayısının yaz ve kış sezonuna göre dağılımı gösterilmiştir (**Tablo 2**).

**Tablo 2.** Soma'da ve Manisa'da PM<sub>10</sub> 24 saatlik 50 µg/m<sup>3</sup> limit değerin aşıldığı ve aşılmadığı gün sayısının yaz ve kış sezonuna göre dağılımı

| Şehir  | Sezon      | 50 µg/m <sup>3</sup> altı Sayı(Yüzde)* | 50 µg/m <sup>3</sup> üstü Sayı(Yüzde)* | Toplam Sayı(Yüzde)** | İstatistik $\chi^2, p$ |
|--------|------------|--|--|----------------------|------------------------|
| Soma   | Yaz sezonu | 46 (42,2)                              | 63(57,8)                               | 109(40,5)            | 19,83                  |
|        | Kış sezonu | 28(17,5)                               | 132(82,5)                              | 160(59,5)            | <0,001                 |
|        | Toplam     | 74(27,5)                               | 195(72,5)                              | 269(100,0)           |                        |
| Manisa | Yaz sezonu | 23(12,6)                               | 160(87,4)                              | 183(52,3)            | 2,16                   |
|        | Kış sezonu | 13(7,8)                                | 154(92,2)                              | 167(47,7)            | 0,14                   |
|        | Toplam     | 36(10,3)                               | 314(89,7)                              | 350(100,0)           |                        |

\*Satur yüzdesi

\*\*Sütun yüzdesi

Soma'da SO<sub>2</sub> kış sezonu ortalaması 131±86.28, yaz sezonu ortalaması 14.73±17.46 (z=-13.11, p<0.001) iken Manisa'da SO<sub>2</sub> kış sezonu ortalaması 11.36±6.94, yaz sezonu ortalaması 8.6±3.88'dir (z=-3.64, p<0.001). Soma'da en yüksek SO<sub>2</sub> ortalaması Ocak (192.96±90.07), en düşük SO<sub>2</sub> ortalaması Temmuz ayında (8.84±8.29) gerçekleşmiştir (F=43.78, p<0.001). Manisa'da ise en yüksek SO<sub>2</sub> ortalaması Kasım (16.00±6.22), en düşük SO<sub>2</sub> ortalaması Mayıs ayında (7.03±3.42) gerçekleşmiştir (F=11.03, p<0.001). Soma'da 125 µg/m<sup>3</sup> SO<sub>2</sub> limit değeri yaz sezonunda hiç aşılmamışken kış sezonunda 83 (%46.4) gün aşılmıştır. Soma ve Manisa'da yaz sezonunda 125 µg/m<sup>3</sup> SO<sub>2</sub> limit değeri aşılmamıştır.

Soma'da ozon ve karbonmonoksit ölçümü de yapılmaktadır. Ozon (O<sub>3</sub>) için 8 saatlik ortalama 15.77±11.62 (min:0,00; max:62,00). Karbonmonoksit (CO) için 8 saatlik ortalama 763.48±733.66 (min:0,00; max:5020,00). Ozon (O<sub>3</sub>) için 8 saatlik ortalama limit değeri olan 120 µg/m<sup>3</sup> değeri hiç aşılmamıştır. Karbonmonoksit (CO) için 8 saatlik ortalama limit değeri olan 10000 µg/m<sup>3</sup> değeri hiç aşılmamıştır.

## TARTIŞMA

Ülke çapında pek çok ilimizde olduğu gibi Manisa ve Soma'da da hava kirliliği yaşanmakta ve bu durumdan bölgede yaşayan halkın sağlığı olumsuz etkilenmektedir. Türkiye'nin birçok ilinde SO<sub>2</sub> konsantrasyonları sınır değerleri aşmamaktadır (2,10). Ancak Manisa-Soma'da olduğu gibi, Amasya- Suluova, Edirne-Keşan, Hakkâri, Ordu-Fatsa, Tekirdağ'da yılda 3 defadan fazla aşılmaması gereken limit değeri aşıldığı bulunmuştur. Çalışmamıza göre; Manisa-So-

ma'da limit değer 2017 yılında 83 kez aşılrken, Amasya-Suluova'da 39 kez, Edirne-Keşan'da 181 kez, Hakkâri'de 16 kez, Tekirdağ'da 16 kez, Ordu-Fatsa'da 13 kez aşılmıştır. Çalışmamıza benzer şekilde limit aşımaları diğer illerde de kış sezonunda gerçekleşmektedir. SO<sub>2</sub> kaynakları fosil yakıtların yanması ve taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar olarak bilinmektedir (2). Soma'da henüz doğalgaz ile ısınmaya geçilmemiş olması, kış aylarında artan SO<sub>2</sub> konsantrasyonları ısınma amacıyla fosil yakıtların özellikle kömür kullanımını akla getirmektedir (5). Isınmanın yanında Amasya- Suluova, Edirne-Keşan'da olduğu gibi Soma'da SO<sub>2</sub> kirliliği probleminin en büyük nedeni enerji üretimi için termik santralde kömür kullanılmasından kaynaklı olduğu görülmektedir (2,11). Kömür, petrol ve doğalgaz gibi yakıtlarda var olan kimyasal enerjiyi ısı enerjisine, ısı enerjisini mekanik enerjiye, mekanik enerjiyi de elektrik enerjisine dönüştürmek için termik santraller kullanılmaktadır. Termik santrallerin en bilinen çevresel etkisi hava kirliliğidir.

Türkiye'nin birçok ilinde SO<sub>2</sub> kirliliği olmamasına rağmen termik santrallerin olduğu bölgelerde SO<sub>2</sub> kirliliği yoğun olarak yaşanmaktadır (11,14). Kömürlü termik santrallerden çevreye kükürt dioksitin yanı sıra partiküler madde, azot oksitler, karbondioksit, karbon monoksit, uçucu organik bileşikler (VOC), dioksinler, hidroklorik asit, kül, radyoaktif maddeler, ağır metaller de salınmaktadır (11,12,15). Bu nedenle termik santraller faaliyette buldukları bölgede yaşayan insanlar için ciddi sağlık riskleri oluşturmaktadır (10,12). Termik santrallerin faaliyet gösterdiği bölgelerde yaşayan insanlarda hava kirliliğinin neden olduğu hastalıklar sıkça görünmektedir (2,12,13). Dünya'da da termik santrallerin çok fazla bulunduğu ülkelerde hava kirliliği günlük hayatı yaşanamaz hale getirmeye başlamıştır (2, 12). Bu etkiler ve riskler biliniyor olmasına rağmen elektrik üretiminde kömürü yüksek oranda kullanan çok sayıda ülke bulunmaktadır. Bu ülkeler arasında, 2013 yılı itibarıyla; Güney Afrika Cumhuriyeti (% 92.6), Polonya (% 83.7), Kazakistan (% 81.3), Çin (% 74.7), Hindistan (% 72.7), Avustralya (% 64.6), İsrail (% 54.7), Endonezya (% 51.2), Çek Cumhuriyeti (% 47.9), Almanya (% 44.6), ABD (% 39.7) ve Japonya (% 28.5) sayılabilir. Türkiye ise 2015 yılında ürettiği elektriğin % 29.1'ini kö-

mürden elde etmiştir. Hava ve çevre kirliliğinin insan sağlığına olumsuz etkilerini azaltmak için; enerji üretiminde fosil yakıtların oranını mutlaka acil şekilde düşürmek gerekmektedir. Ancak Dünyada 2015 yılında tüketilen enerji kaynağı olarak petrol % 32.9 ile birinci sırada yer almakta, petrolü kömür (% 29.2) ve doğal gaz (% 23.9) izlemektedir. Toplamda % 86 oranında olan fosil yakıtlara yüksek bağımlılık bulunmaktadır.

Türkiye'de tüketilen enerji kaynakları Dünya ile benzerdir. Küresel çapta izlenen politikalarda kısa zamanda radikal değişiklikler olmaz ise, kısa ve orta vadede fosil yakıtların kullanımında bir azalma beklenmeyecektir. Küresel alternatif enerji kaynakları araştırılmasına rağmen kömürün elektrik üretimindeki önemi devam etmekte olup önümüzdeki yıllarda da önemini koruyacağı tahmin edilmektedir. Dünya elektrik ihtiyacının % 40'ından fazlasını kömürden elde ettiği elektrik ile karşılamaktadır. Türkiye 2015 yılı verilerine göre enerji kaynakları yönünden %76 oranında dışa bağlı bir ülke olduğumuz için yerli kömüre dayalı santral projeleri alanında çalışmalar yoğun bir şekilde sürdürülmektedir. Ancak ülkemizde elektrik üretiminde linyit olarak isimlendirilen düşük kaliteli yerli kömürler kullanılmaktadır. Ayrıca elektrik üretimi için kurulan santrallerin çoğunun ortalama yaşları 30 yılın üstünde olması nedeniyle verimleri düşüktür (11,15). Soma termik santralinin en son kurulan ünitesi 1992 yılında kurulmuştur (16). Soma'da bulunan termik santralinin yaşı itibarıyla veriminin düşmesi ve linyit kömürü kullanılması SO<sub>2</sub> kirliliğine katkısı olabilir. Türkiye'de birçok ilde olduğu gibi; Soma'da ve Manisa'da PM<sub>10</sub> kirliliği önemli bir sorun olarak görünmektedir (2,17). Yapılan bir çalışmada; Doğu Anadolu Bölgesinde en yüksek partikül madde konsantrasyon değerleri kış aylarında bulunmuştur (17). Soma'da da PM<sub>10</sub> değerleri kış aylarında özellikle yüksek iken yaz aylarında kış aylarından daha düşük seviyelere inmektedir. Ancak Soma'da yaz aylarında bir düşüş gerçekleşse de yılda 35 kereden fazla aşılmaması gereken 50 µg/m<sup>3</sup> limit değeri kış sezonunda 132 kez yaz sezonunda ise 63 kez aşıldığı bulunmuştur. Özellikle kış aylarında PM<sub>10</sub> kirliliğinin fazla olması, kaynağın ısınma kaynaklı olduğunu düşündürmektedir. Soma'da henüz ısınma amacıyla doğalgaz kullanımına geçilmemiştir.

Oysa ki doğalgaz kullanılmaya başlanan illerde hava kirliliğinde kayda değer azalma meydana gelmiştir (18-21). Manisa'da ise PM<sub>10</sub> değerlerindeki yükseklik kış ve yaz sezonunda farklılık göstermemektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yapılan çalışma da yaz aylarında da kış aylarına yakın yüksek konsantrasyonlar gözlenmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ısınmanın yanında güneyden gelen toz taşınımının PM<sub>10</sub> için etkin kaynak olabileceği belirtilmiştir (17). Manisa'da yılda 35 kereden fazla aşılması gereken 50 µg/m<sup>3</sup> limit değeri yaz sezonunun %87,4'ünde kış sezonunun %92,2'sinde aşılmıştır. PM<sub>10</sub> değeri Manisa'da bir yılda sadece 36 gün 50 µg/m<sup>3</sup> limit değerinin altında bulunmuştur. Bu sonuçlar göstermektedir ki; PM<sub>10</sub> kirliliği hem kış hem de yaz aylarında sorun olmaya devam etmektedir. Manisa gibi bazı illerde yaz sezonunda da PM<sub>10</sub> değerleri sorun olmaya devam etmektedir (22,23). Yaklaşık on yıldır doğalgazın kullanıldığı Manisa'da bütün yıla yayılan bir kirliliğini sadece ısınma kaynaklı olduğunu düşünmek mümkün değildir. Manisa'da nüfus yoğunluğuna bağlı olarak yoğun bir şehir içi trafiği vardır. Ayrıca Marmara bölgesini Ege bölgesinin tatil bölgelerine bağlayan karayolu şehir merkezinden geçmektedir. Bugün, hava kirliliğinin yarısını motorlu taşıtların oluşturduğu belirtilmektedir (5,24,25). Ayrıca Manisa Organize Sanayi Bölgesi şehir merkezine yakın bir konumda faaliyet göstermektedir (25). Manisa'da bu kirliliğin muhtemel kaynakları konutlardaki ısınma faaliyetleri, inşaat sektörü, şehir içi ve şehirlerarası trafik ve sanayi kuruluşlarından kaynaklanan emisyonlar olduğu düşünülmektedir.

Hava kirleticilerine ait ölçüm değerlerini anlamak ve bu kirleticilere ait limit değerleri akılda tutmak halk için oldukça zor olmaktadır. Hava kalitesinin durumunu kamuoyuna anlatırken halkın kolayca anlayabileceği dünyada yaygın olarak kullanılan, Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) denilen sınıflama sistemi kullanılmaktadır. Bu sınıflama sistemi ile havadaki kirleticilerin konsantrasyonlarına göre hava kalitesini iyi, orta, hassas, sağlıklı, kötü, tehlikeli vb. şeklinde derecelendirme yapılmaktadır (3). Soma'da ve Manisa'da PM<sub>10</sub> HKİ sınıflamasına göre iyi, orta ve hassas seviyeleri görülmüştür. Düzce'de yapılan bir çalışmada PM<sub>10</sub> HKİ'nin çok iyi, iyi ve yeterli seviyelerinin yanında orta, kötü ve çok kötü se-

viyeleri de görülmüştür (26). Farklı kesme noktaları ile çalışılan iki çalışmanın sonuçlarına göre Düzce daha ciddi PM<sub>10</sub> kirliliği yaşamaktadır.

## SONUÇ

PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> düzeyleri kış sezonunda artış göstermekle birlikte, PM<sub>10</sub> kirliliği Soma'da kış sezonunda, Manisa'da hem kış ve hem de yaz sezonunda etkili olmaktadır. Soma'da PM<sub>10</sub> kirliliğinin yanında SO<sub>2</sub> kirliliği de vardır. Özellikle kış sezonunda SO<sub>2</sub> limit değerleri halk sağlığını tehdit edecek düzeylere ulaşmaktadır. Soma ısınma amaçlı doğalgaz kullanımına geçmesi durumunda hava kalitesinde olumlu etkisi olacaktır. Manisa'daki PM<sub>10</sub> kirliliği ise bütün yıla yayılan kompleks ve çözümü daha zor bir sorun olarak görünmektedir. Manisa'da doğalgaz kullanımının hava kirliliğine tek başına çözüm olmadığı açıktır. Bu nedenle Manisa'nın hava kirliliği haritası çıkarılarak, kirletici kaynağına yönelik önlemler şehirdeki paydaşlarla birlikte uygulamaya konulmalıdır. Daha temiz bir hava için kent yöneticileri, kent sakinleri, işadamları hep birlikte çalışması gerekmektedir. Toplumun ilgilendiren sorunlarda çözümdeki başarı toplumun farkındalığına ve çözüm için katılımına bağlıdır. Bu nedenle kurumlar hava kirliliği ile mücadele ederken toplum ayağı eksik bırakılmamalıdır. Bu mücadelede toplumdaki bireylerin üzerine düşen ise yaşadığı bölgenin hava kalitesini öğrenmek, belirlenen önlemlerin uygulanmasına destek olmak, bilinçli tüketim ve enerji tasarrufu yaparak hava kirliliğini azaltmaktır. Hava kirliliği ile mücadelede toplumun katılım ve desteğini sağlamak amacıyla özellikle Manisa gibi illerde kitle iletişim araçlarında hava durumu bültenlerinde meteorolojik verilerin yanında bölgelerin hava kalitesi indeksinin düzenli olarak sunulması hava kirliliğinin çözümünde hep birlikte çalışma olanağını sağlayabilir.

## KAYNAKLAR

1. Piyal B (Editör). Halk Sağlığı. İn: Akdur R. Çevre Sağlığı. 1nci Baskı, Ankara: Ankara Üniversitesi Uzaktan Eğitim Yayınları, 2011:230-272.
2. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası. Hava Kirliliği Raporu 2017.[http://cmo.org.tr/resimler/ekler/2145efce8f89f52\\_ek.pdf](http://cmo.org.tr/resimler/ekler/2145efce8f89f52_ek.pdf) Erişim 19.03.2018.

3. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava İzleme İstasyonları Web Sitesi, <http://www.havaizleme.gov.tr/Default.ltr.aspx> Erişim 21.02.2018.
4. World Health Organization (WHO). Air pollution. <http://www.who.int/airpollution/ambient/pollutants/en/> Erişim 21.02.2018.
5. Tecer LH. Hava kirliliği ve sağlığımız. Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim 2011;135:15-29.
6. WHO Media centre. 7 million premature deaths annually linked to air pollution. <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/> Erişim 25.02.2018.
7. Bayat B. Hava kirliliği ve kontrolü. Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim 2011;135:55-9.
8. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği. <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.12188&MevzuatIisiki=0&sourceXmlSearch=hava%20kalitesi> Erişim 22.02.2018.
9. Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/08/20110819-9.htm> Erişim 26.02.2018.
10. Tema Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı. Termik Santral Etkileri Uzman Raporu: Konya-Karapınar Kapalı Havzası. <http://www.tema.org.tr/folders/14966/categorial1docs/1148/TERMIK%20SANTRAL%20RAPOR%20A5%20BASKI.pdf> Erişim 19.03.2018.
11. Guttikunda SK, Jawahar P. Atmospheric emissions and pollution from the coal-fired thermal power plants in India. Atmospheric Environment 2014;92:449-60.
12. Pokale WK. Effects of thermal power plant on environment. Sci Revs Chem Commun 2012;2(3):212-5.
13. Avcı S. Türkiye'de termik santraller ve çevresel etkileri. Coğrafya Dergisi 2005;13:1-26.
14. Özşahin E, Eroğlu İ, Pektezel H. Keşan'da (Edirne) hava kirliliği. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 2016; (36): 83-100.
15. TMMOB Makina Mühendisleri Odası. Türkiye'de Termik Santraller. Ankara: Yayın no: MMO 668, 2017:1-252.
16. Soma Termik Santrali. Hakkımızda. <http://soma-termik.com.tr/Tr/kurumsalErisim> 21.03.2018.
17. Dolar A, Saraç HK. Türkiye'nin Doğu İllerindeki Hava Kalitesinin PM10 Yönüyle İncelenmesi. İğdır Üni Fen Bilimleri Enst Der 2015;5(4):25-32.
18. Çay Y, Yıldız A. Fosil kaynaklı yakıtların neden olduğu hava kirliliğinin doğal gaz kullanımı ile değişimi, Van ili örneği. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2011;8(4):45-52.
19. Yazıcı H, Akçay M, Çay Y, Sekmen Y, Yılmaz İT, Gölcü M. Hava kirliliğinin doğal gaz kullanımı ile değişimi, Denizli ili örneği. Selçuk-Teknik Dergisi 2010;9(3):205-15.
20. Keçebaş A, Gedik E, Kayfeci M. Fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan hava kirliliği üzerine jeotermal enerji ve doğalgaz kullanımının etkisi: Afyon örneği. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2010;7(3): 23-30.
21. Yıldız A, Çay Y, Özer F. Karabük ilindeki hava kirliliğinin doğal gaz kullanımı ile değişimi. Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi 2011;1(4):497-506.
22. Erdem SS, Mayda AS. Düzce hava kalitesi izleme istasyonu 1 Nisan 2015-31 mart 2017 tarihleri arasındaki verilerinin incelenmesi. Sakarya Tıp Dergisi 2017;7(4):176-83.
23. İskender S, Bolu F, Yılmaz M, Mayda AS. Düzce hava kalitesi izleme istasyonu 1 Ekim 2011-31 Mart 2015 tarihleri arasındaki verilerinin incelenmesi. DÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2016; 6(3): 161-7.
24. Avşar E, Alp K, Toröz İ. Balıkesir İli Burhaniye İlçesi (İskele Mahallesi) Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi 2015;4(1):68-82.
25. T.C. Manisa Valiliği. <http://www.manisa.gov.tr/sayilarla-manisa> Erişim 19.03.2018.
26. Mayda AS, Yılmaz M. Düzce Hava Kalitesi İzleme İstasyonu 2007-2011 Yılları Arası Verilerinin Değerlendirilmesi. TAF Prev Med Bull 2013;12(1):11-8.