**EDİRNE MERKEZ İLÇEDE 2018 YILINDA DIŞ ORTAM HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Faruk Yorulmaz1, Mesut Özkütükçü1, Aziz Altunok2**

**1-Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı**

**2- Ardahan Merkez Toplum Sağlığı Merkezi**

**Amaç:** Hava kirliliği önemli bir halk sağlığı sorunudur. Bu çalışmada amacımız; Edirne merkez ilçede PM10 ve SO2 değerlerinin 2018 yıl içindeki aylık ve yaz-kış dönemlerindeki değişimlerini incelemektir.

**Gereç-Yöntem:** Kesitsel tipteki çalışmamızda Edirne Merkez ilçede bulunan T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme İstasyonundan 01.01.2018-31.12.2018 arasındaki, PM10 ve SO2 kirleticilerine ait saatlik değerler kullanılmıştır. Her kirletici için günlük ve aylık ortalama ölçüm değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Türkiye, Avrupa Birliği (AB) ve Dünya Sağlık Örgütü’nün (DSÖ) PM10 ve SO2 için belirlediği saatlik ve 24 saatlik sınır değerleriyle karşılaştırılmıştır. DSÖ'nün belirlediği PM10 için saatlik sınır değer 20 μg/m3 ve 24 saatlik sınır değer 50 μg/m3; SO2 için 24 saatlik sınır değer 20 μg/m3 baz alınarak değerlendirildi. Ölçümün yapıldığı saatlerden limiti aşan her saat “aşan saat sayısı”, 1 gün içindeki 24 ölçümden limiti aşan herhangi 1 saat olması “aşan gün sayısı”, 24 saatlik ortalama limiti aşan günler de “günlük ortalamayı aşan gün sayısı” olarak değerlendirilmiştir. İstasyonda 2018 yılı itibariyle PM10 için 342 gün ve 8232 saat; SO2 için 321 gün ve 7711 saat ölçüm yapılmıştır. Çalışmamızda ocak, şubat, mart, ekim, kasım ve aralık ayları kış; nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları dönem yaz dönemidir. Yaz-kış dönemlerinde farklılıkların karşılaştırılmasında ki-kare testi kullanılmış olup, istatistiksel anlamlılık düzeyi p<0.05 olarak alınmıştır.

**Bulgular:** Edirne Merkez ilçede 2018 yılında SO2 yıl ortalaması 9,63 μg/m3 olarak hesaplanmıştır. Yıllık PM10 ortalaması 44,23 μg/m3 olup, yıllık DSÖ ve AB'nin belirlediği PM10 üst limitinden yüksektir. Edirne Merkez ilçede; PM10 kirliliği açısından DSÖ ve AB limitleri dikkate alındığında; kış döneminde toplam 1367, yaz döneminde ise toplam 773 saat sınır değerlerin üstündedir (X2:260.5; p<0.001). Bir günlük (24 saatlik) ortalama PM10 değerine göre limiti aşan gün sayısına göre değerlendirmede; DSÖ ve AB kriterleri dikkate alındığında kış döneminde toplam 65 gün, yaz döneminde ise toplam 23 gün sınırlar aşılmıştır (X2:30.57; p<0.001) (Tablo 1).

**Sonuç:** Edirne il merkezinde PM10 kaynaklı hava kirliliği mevcut olup, kirlilik kış döneminde anlamlı şekilde artmaktadır. Kirletici kaynakları net olarak tespit edilmeli, ilgili kurum ve kuruluşlarca gerekli önlemler alınmalıdır. Kirliliğin muhtemel sağlık etkilerine yönelik bölgesel düzeyde bilimsel çalışmalar yapılmasına ihtiyaç vardır.

**Anahtar kelimeler:** Hava kirliliği, Edirne, PM10

**GİRİŞ**

Hava kirliliği, insan sağlığı, canlı hayatına zarar verecek, eşya ve malzemelerin bozulmalarına, ekolojik dengenin bozulmasına neden olabilecek düzeyde katı, sıvı veya gaz formundaki kirleticilerin atmosferde bulunmasıdır. Hava kirliliği, volkanik aktiviteler, orman yangınları, depremler ve bataklıklar gibi doğal nedenlerle oluşabildiği gibi, sanayileşme, ısınma, ulaşım ve enerji üretimi gibi insan aktivitelerine bağlı da oluşabilmektedir. Nüfus artışı ve buna bağlı olarak artan şehirleşme ve sanayileşme eğilimi hava kirliliği sorununu beraberinde getirmektedir. Kuraklık, topografik koşullar ve iklimsel özellikler de hava kirliliğinin düzeyini etkilemektedir (1).

Hava kirliliği ile ilgili ilk belirlemelerin 1200'lü yıllara kadar uzandığı belirtilmektedir. Pensilvanya ve Londra'da, 1948 ve 1952 yıllarında akut hava kirliliğinin kitlesel tarzda pek çok kişinin hastalanmasına ve ölümüne neden olduğu bilinmektedir. Hızlı kentleşme, sanayileşme, motorlu araç sayısının artması, meteorolojik koşullar, ısınmada kullanılan yakıtlar, endüstriyel kuruluşlar ve termik santrallerin yaygınlaşması hava kirliliğinin artmasında önemli rol oynamaktadır. Özellikle kentsel alanlarda önemli bir sorun teşkil eden hava kirliliğinin insan sağlığına pek çok olumsuz etkisi bulunmaktadır (2).

İç ve dış ortam hava kirliliğinin, her yıl dünya çapında yedi milyon insanın ölümüne sebep olduğu tahmin edilmektedir. DSÖ verileri, dünya üzerinde her 10 kişiden 9'unun yüksek düzeyde [kirletici](https://www.who.int/airpollution/ambient/pollutants/en/) içeren hava soluduğunu göstermektedir. Dünyada, dış ortam hava kirliliği 2016'daki tüm ölümlerin %7,6'sına katkıda bulunmuştur. Dış ortam hava kirliliğine maruz kalmanın bir sonucu olarak her yıl meydana gelen ölümler 4.2 milyondur (3).

Yapılan pek çok çalışmada gösterildiği üzere, hava kalitesi düştükçe inme, kalp hastalığı, akciğer kanseri ve astım gibi solunum yolu hastalıklarının insidansı artmaktadır (4).

PM10, EN 12341 ile tanımlanan 10 µm aerodinamik çaplı geçirgen bir girişten %50 verimle geçen partiküler maddeyi ifade etmektedir (5).

Sağlık ve çevre etkilerinden dolayı dünyanın pek çok bölgesinde PM10 sınır değerleri oluşturulmuştur. Avrupa Birliği (AB) bölgesi ve DSÖ için bu değer 24 saatlik ölçümlerde 50 μg/m3‘tür. DSÖ ise PM10 sağlık etkilerinden korunmak için yıllık ortalama değerini 20 μg/m3 olarak belirlemiştir. Ülkemizde de yürürlüğe 2008 yılında giren Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetim Yönetmeliği‘ ile ‘hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini önlemek veya azaltmak için hava kalitesi hedeflerini tanımlamak ve oluşturmak, tanımlanmış metotları ve kriterleri esas alarak hava kalitesini değerlendirmek, hava kalitesinin iyi olduğu yerlerde mevcut durumu korumak ve diğer durumlarda iyileştirmek, hava kalitesi ile ilgili yeterli bilgi toplamak ve uyarı eşikleri aracılığı ile halkın bilgilendirilmesini sağlamak‘ amaçlanmıştır. Bu doğrultuda PM10 değerleri için sınır değerleri oluşturulmuş ve bu sınır değerler kademeli olarak azaltılmıştır. 01.01.2019 tarihinden itibaren ise AB sınır değeri olan 50 μg/m3‘e geçilmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışmada amacımız; Edirne merkez ilçedeki hava kalitesi ölçüm istasyonundan elde ettiğimiz PM10 ve SO2 değerlerinin 2018 yıl içindeki aylık ve yaz-kış dönemlerindeki değişimlerini incelemektir.

**GEREÇ VE YÖNTEM**

Kesitsel tipteki bu çalışmada Edirne Merkez ilçede bulunan Edirne T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme İstasyonundan 01.01.2018-31.12.2018 tarihleri arasındaki, PM10 ve SO2 kirleticilerine ait saatlik ölçüm değerleri kullanılmıştır.

Her bir kirletici için günlük yapılması gereken 24 adet ölçümden en az %75’i (18 ölçüm) gerçekleştirilen günlere ait ölçümlerin ortalaması alınarak günlük, her ayın gün sayısının en az %75’i gün kadar ölçüm yapılmış aylar için aylık ortalama ölçüm değerleri hesaplanmıştır.

Elde edilen değerler Türkiye, Avrupa Birliği (AB) ve Dünya Sağlık Örgütü’nün (DSÖ) hava kirliliği kriteri olan PM10 ve SO2 değerlerinin saatlik ve 24 saatlik ortalama sınır değerleri ile

karşılaştırılmıştır. DSÖ'nün belirlediği PM10 için saatlik sınır değer 20 μg/m3 ve 24 saatlik sınır değer 50 μg/m3; SO2 için 24 saatlik sınır değer 20 μg/m3 baz alınarak değerlendirildi. Ölçümün yapıldığı saatlerden limiti aşan her bir saat “aşan saat sayısı”, 1 gün içindeki 24 ölçümden limiti aşan herhangi 1 saat olması “aşan gün sayısı”, 24 saatlik ortalama limiti aşan günler de “günlük ortalamayı aşan gün sayısı” olarak değerlendirilmiştir. İstasyonda 2018 yılı itibariyle PM10 için 342 gün ve 8232 saat; SO2 için 321 gün ve 7711 saat ölçüm yapılmıştır.

Çalışmamızda ocak, şubat, mart, ekim, kasım ve aralık ayları kış dönemi, nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları dönem yaz dönemi olarak alınmıştır.

**İstatistiksel Analiz**

Bu amaçla, SPSS Statistics v22.0 kullanılmıştır. Verilerin ortalama, standart sapma, standart hata, minimum ve maksimum değerleri hesaplanmıştır. Yaz-kış dönemlerinde aşan saat ve gün farklarının karşılaştırılmasında ki-kare testi kullanılmış olup çalışmada istatistiksel anlamlılık düzeyi p<0.05 olarak alınmıştır.

**BULGULAR**

Edirne Merkez ilçede 2018 yılında aylık en yüksek SO2 düzeyi ocak ayında (56,49 μg/m3), en düşük SO2 düzeyi ise mayıs ayında (2,58 μg/m3) ölçülmüş olup; yıl ortalaması 9,63 μg/m3 olarak hesaplanmıştır. Bu değer DSÖ'nün yıllık SO2 limiti olan 20 μg/m3'ün altındadır.

Aylık PM 10 düzeyi 2018 yılında en yüksek aralık ayında (59,06 μg/m3) ölçülmüş olup, en düşük aylık ortalama 36,29 μg/m3 ile ağustos ayında görülmüştür. Yıllık PM10 ortalaması 44,23 μg/m3 olup, yıllık DSÖ PM10 üst limitinden (20 μg/m3) ve AB (40 μg/m3) ile Türkiye'nin belirlediği üst limitten (44 μg/m3) yüksektir (Şekil 1 ve 2).

**Şekil 1:** Edirne Merkez ilçede aylık SO2 ortalamalarının değişimi

**Şekil 2:** Edirne Merkez ilçede aylık PM10 ortalamalarının değişimi

Edirne Merkez İlçe’de 2018 kış döneminde SO2 ortalaması 15,09 μg/m3 olup, 2018 yaz döneminde ortalama 4,16 μg/m3’tür. Kışın 661 saat, yazın ise toplam 5 saat DSÖ üst limitlerinin üstünde olup yaz ve kış dönemi arasındaki aşan saat açısından fark istatistiksel olarak önemlidir (X2: 724.8; p<0.001). SO2 düzeyi için belirlenen üst sınırların aşıldığı gün sayısı olarak; DSÖ kriterleri dikkate alındığında kış döneminde toplam 79, yaz döneminde ise 3 gün en az 1 kez aşım olmuştur (X2: 94.11; p<0.001) (Tablo 1).

PM10 düzeyi, Edirne Merkez İlçe’de 2018 yılında kış döneminde ortalama 48,16 μg/m3 iken, yaz döneminde ortalaması 40,49 μg/m3’tür. Edirne Merkez İlçe’de; PM10 kirliliği açısından DSÖ kriterleri dikkate alındığında; kış döneminde toplam 1367, yaz döneminde ise toplam 773 saat sınır değerlerin üstündedir (X2:260.5; p<0.001). PM10 düzeyi için belirlenen üst sınırların aşıldığı gün sayısı olarak değerlendirildiğinde; DSÖ ve AB kriterlerine göre kışın 130, yazın ise 125 gün (ölçüm yapılan tüm günlerde) aşım olmuştur (X2: 2.534 p=0.055). Bir günlük (24 saatlik) ortalama PM10 değerine göre limiti aşan gün sayısına göre değerlendirmede; DSÖ ve AB kriterleri dikkate alındığında kış döneminde toplam 65 gün, yaz döneminde ise toplam 23 gün sınırlar aşılmıştır (X2:30.57; p<0.001) (Tablo 1).

**Tablo 1:** Edirne merkez ilçesinde 2018 kış ve yaz dönemi SO2 ve PM10 kıyaslamaları

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **KİRLETİCİ** | **AŞAN SAAT SAYISI** | | **AŞAN GÜN SAYISI** | | **ORTALAMAYI AŞAN**  **GÜN SAYISI** | |
|  | KIŞ  (2018) | YAZ  (2018) | KIŞ  (2018) | YAZ  (2018) | KIŞ  (2018) | YAZ  (2018) |
| SO2 | 661 | 5 | 79 | 3 | 29 | 0 |
| PM10 | 1367 | 773 | 130 | 125 | 65 | 23 |

**TARTIŞMA**

Çalışmamızda 2018 yılı Edirne Merkez ilçe PM10 ortalaması; 44,23 μg/m3, SO2 ortalaması; 9,63 μg/m3 olarak hesaplanmıştır. DSÖ yıllık PM10 sınır değeri olan 20 µg/m³’ün ve AB yıllık PM10 sınır değeri olan 40 µg/m³’ün üstündedir. PM10 ve SO2 kirleticisi için ortalama, DSÖ limiti üzerinde geçen toplam saat sayısı ve günlük ortalamayı aşan toplam gün sayıları kış döneminde yaz dönemine göre anlamlı şekilde artmaktadır.

Edirne Merkez ilçe PM10 yıllık ortalamaları DSÖ sınır değerinden oldukça üstünde bulunmuştur. Edirne il merkezinde yıllık PM10 ortalamasının 20 μg/m3 değerine düşürülmesi halinde ölümlerin, kalp ve solunumla ilgili hastane yatışlarının, çok sayıda akut ve kronik bronşit vakalarının, bronkodilatör kullanımının, iş günü ve maddi kaybının önüne geçilmesi mümkündür.

2018 yılında, Türkiye’de PM10 açısından en kirli 3 il sırasıyla Elbistan Kahramanmaraş (125 μg/m3), Iğdır (123 μg/m3) ve Bursa (99 μg/m3) ’tir. 2018 yılında hava kalitesi, ulusal sınır değerlerine göre değerlendirildiğinde; 81 ilin yarısından fazlası (%56) kirli hava soludu. 2018 yılında Dünya Sağlık Örgütü’nün önerdiği kılavuz hava kirliliği değerleri karşılayan tek il Ardahan’dır. Türkiye’de 2018 yılında yeterli ölçüm yapılan 163 istasyonun %96,3’ünde yıllık PM10 ortalamasının DSÖ limitlerinin üzerinde kirli olduğu görülmektedir. İllere göre bakıldığında, yeterli sayıda ölçüm yapılan 73 ilin 1’i hariç tamamında yıllık PM10 ortalamaları DSÖ limitlerinin üzerindedir (6).

Menteşe’nin (7) Zonguldak kentinde yaptığı çalışmada 2006-2009 yılları arasında astım, bronşit, KOAH ve tüm solunum yolu hastalıkları ile PM10, SO2 konsantrasyonlarının aylık değişimi arasında pozitif yönlü bir ilişki bulmuştur.

Sari ve ark. (8) 2017 yılında Türkiye genelinde PM10 ve SO2 konsantrasyonları ve meteorolojik parametrelerin konsantrasyonlar üzerine etkileri yapılmış olan çalışmada, Türkiye'de 103 ölçüm istasyonundaki veriler yardımıyla ölçülen PM10 ve SO2'lerin konsantrasyon seviyeleri değerlendirilmiştir. Ölçüm periyodu boyunca elde edilen yıllık PM10 konsantrasyon değerleri 15,1-135,0 µg/m3 (55,3±20,2 µg/m3 ), SO2 konsantrasyon değerleri ise 2,5-99,0 µg/m3 (14,9±12,8 µg/m3 ) arasında değişiklik göstermektedir. Türkiye genelindeki PM10 konsantrasyon seviyelerine bakıldığında, Doğu Anadolu Bölgesi hariç genellikle homojen bir dağılım göstermektedir. Benzer olarak Türkiye genelindeki SO2 konsantrasyon seviyelerindeki dağılımlara bakıldığında; kömür yataklarını zengin olduğu Trakya ve Ege Bölgeleri ile Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri’nde özellikle soğuk mevsimlerde kömür kullanımı bu bölgelerde yüksek SO2 konsantrasyon seviyelerinin görülmesine neden olmuştur.

Chen ve ark. (9) tarafından Pekin’de kirleticilerin günlük, haftalık ve aylık dağılım paternlerinin incelendiği bir çalışmada, ekim ayından itibaren PM10 ortalamalarının keskin bir şekilde arttığı, farklı istasyonlara göre kasım, aralık, ocak ve şubat aylarında en yüksek aylık PM10 ortalamalarının ölçüldüğü belirtilmiştir. Mercan’ın (10) 2016 yılında yaptığı çalışmada, Kırklareli ilinde 2010-2014 yılları arasındaki 5 yıllık süreçte 2010’da kasım; 2011, 2012 ve 2014’te ocak, 2013’te de aralık ayı en yüksek aylık PM10 ortalamalarının hesaplandığı aylar olarak ifade edilmiştir. Çalışmamızda, ABD’deki aylık patern hariç diğer merkezlerdekilere benzer sonuçlar elde edilmiş olup, kış aylarında bu artışın sebebini genel olarak ısınma kaynaklı kullanılan fosil yakıtlara bağlayabiliriz. Edirne örneğinde olabileceği gibi yaz aylarında şehirde nüfusun azalması ve sonbahar dönemi itibarıyla artması sonucu araç sayısındaki artış da PM10’un trafik kaynaklı yükselme nedenlerinden olabilir.

Alkan’ın (11) Siirt’te yaptığı çalışmaya göre 2015 ve 2016 yıllarında ocak ayı ve 2017 yılında da şubat ayı, ortalama aylık PM10 konsantrasyonun en yüksek olduğu aylardır. Garipağaoğlu ve Duman’ın (12) Bursa’da yaptıkları bir çalışmada 1990 yılından 2016 yılına kadar olan aylık PM10 ortalamalarına göre en yüksek değerler 27 yılda 11 kez kasım, 9 kez ocak, 4 kez de aralık ayında ölçülmüş olup; 2014, 2015 ve 2016 yıllarında yani çalışmanın son 3 yılında aralık ayında ölçülmüştür. Yang ve arkadaşlarının (13) yaptığı bir çalışmada, 2014-2017 yılları arasındaki dönemde Çin’de en yüksek aylık PM10 konsantrasyonları 107,22 µg/m3 ile aralık ayında, Hindistan’da 157,04 µg/m3 ile yine aralık ayında, ABD’de ise Çin ve Hindistan’ın aksine 23,14 µg/m3 ile haziran ayında ölçülmüştür. ABD’deki bu durumun sebebinin, PM emisyonlarının ve meteorolojik koşulların faklı mevsimsel değişimlerinden ve yaz döneminde daha sık görülen orman yangınları ile ilgili olabileceği belirtilmiştir (91). Başar ve ark. (14) Aydın kent merkezinde hava kirliliğini inceledikleri bir çalışmada 1997-2003 arasında yıllık ortalama PM düzeylerinde anlamlı bir farklılık saptanmazken, 7 yıllık süreçte en yüksek PM ortalamalarının görüldüğü aylar ocak ve aralık aylarıdır.

**SONUÇ VE ÖNERİLER**

Çalışmamızda 2018 yılı için Edirne Merkez ilçe yıllık PM10 ortalaması 44,23μg/m3 olarak hesaplanmıştır. Bu değer DSÖ yıllık PM10 sınır değeri olan 20 μg/m3’ün ve AB yıllık PM10 sınır değeri olan 40μg/m3’ün üstündedir.

Edirne il merkezinde DSÖ sınır değerleri baz alındığında PM10 hava kirliliği mevcut olup, kirlilik kış döneminde anlamlı şekilde artmaktadır. Bu nedenle hava kirliliğini önleme adına çeşitli önlemler alınmalıdır. Edirne il merkezinde görülen sağlık sorunlarının muhtemel nedenleri arasında hava kirliliği akla gelmelidir. Hava kirliğinin kışın artmasının muhtemel sebebi ısınma olup, yaz düzeyinin de ortalamalardan yüksek olması trafik ve sanayi kaynaklı kirliliği de akla getirmektedir. Kirletici kaynakları net olarak tespit edilmeli, gereken önlemler ilgili kurum ve kuruluşlarca alınmalıdır. Kirliliğin muhtemel sağlık etkilerine yönelik bölgesel düzeyde bilimsel çalışmalar yapılmasına ihtiyaç vardır.

**KAYNAKLAR**

1. Hava Kirliliği Raporu-2018 [internet]. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası. (Erişim Tarihi: 19.02.2020). Available from: http://cmo.org.tr/resimler/ekler/9d62b3a2bb620a4\_ek.pdf
2. Başar P, Okyay P, Ergin F, Coşan S, Yıldız A. Aydın İli Kent Merkezinde Hava Kirliliği 1997-2004. ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi 2005;6(3):11-15.
3. Ambient air pollution: Pollutants[internet]. WHO (Erişim Tarihi: 21.02.2020). Available from: <https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1>
4. Global Ambient Air Quality Database [internet]. WHO (Erişim Tarihi: 21.02.2020). Available from: <https://www.who.int/airpollution/data/cities/en/>
5. Hava Kalitesinin Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği[internet]. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Erişim Tarihi: 19.02.2020). Available from: <https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.12188&MevzuatIliski=0>
6. Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri: Kara Rapor[internet]. THH (Erişim Tarihi:20.02.2020) Available from: <https://www.temizhavahakki.com/wp-content/uploads/2019/08/Hava-Kirlilig%CC%86i-ve-Sag%CC%86l%C4%B1k-Etkileri-Kara-Rapor-2019.pdf>
7. Menteşe S. (2011). Zonguldak'ta Hava Kirliliği (PM10 & SO2) Ve Solunum Yolu Hastalıkları İlişkisi (Master's thesis, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
8. Sari M. F., Fatma E. S. E. N. PM10 Ve SO2 Konsantrasyonları Ve Meteorolojik Parametrelerin Konsantrasyonlar Üzerine Etkileri. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(2), 689-697.
9. Chen W, Tang H, Zhao H. Diurnal, weekly and monthly spatial variations of air pollutants and air quality of Beijing. Atmospheric Environment 2015;119:21-34.
10. Mercan Y. Kırklareli’nde 2010-2014 Yılları Arasında Kardiyovasküler ve Solunum Sistemi Hastalıkları Nedeni ile Acil Polikliniklere Başvuruların ve Ölümlerin Hava Kirliliği ve Meteorolojik Parametreler ile İlişkisi (tez). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2016.
11. Alkan A. Hava Kirliliğinin Ciddi Boyutlara Ulaştığı Kentlere Bir Örnek: Siirt. BEÜ SBE Derg 2018;7(2):641-66.
12. Garipağaoğlu N, Duman C. Bursa Kenti Hava Kalitesinin Zaman İçerisindeki Değişimi. Marmara Coğrafya Dergisi 2017;36:57-75.
13. Yang X, Jiang L, Zhao W, Xiong Q, zhao W, Yan X. Comparison of Ground-Based PM2.5 and PM10 Concentrations in China, India and the U.S. Int. J. Environ. Res. Public Health 2018;15(7):1382-98.
14. Başar P, Okyay P, Ergin F, Coşan S, Yıldız A. Aydın ili Kent Merkezinde Hava Kirliliği/1997-2004. ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi 2005;6(3):11-5