Türkiye hava kalitesinin havza tabanlı incelenmesi ve yönetilmesine dair bir öneri

A proposal on the watershed based investigation and management of Turkish air quality

Nuriye GARİPAĞAOĞLU¹

¹Marmara Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye

ORCID: 0000-0003-4967-8536

ÖZ

Günümüzde hava kirliliği nedeniyle yerel, bölgesel ve küresel sorunlar yaygın olarak yaşanmaktadır. Türkiye’de yoğun şehirleşme ve endüstrileşme, yanlış yer seçimi, motorlu taşıtlar, kalitesiz yakıt kullanımı gibi nedenlerle birçok şehirde, özellikle soğuk dönemde (Ekim-Mart arası), hava kalitesi bozulmuştur. Beşeri faktörlerle ortaya çıkan hava kirliliği, doğal ortam koşulları tarafından da desteklenerek belli bir süre içerisinde yüksek konsantrasyonlarda hissedilmiştir. Türkiye hava kalitesinin havza ölçeğinde değerlendirilmesi, kirlenici kaynaklarının modellenmesi ve ekosistemin korunması açısından zorunluluk arz etmektedir. Havzalar, doğal özellikleri ve kullanım amacına göre birbirinden farklı birçok gruba ayrılırlar da, sınırları doğal kriterlerle belirlenenler, daha keskin bir görüntü oluştururlar. İdari, siyasi veya ekonomik ayrımlardan uzak; tamamen doğal koşullarla (jeolojik- jeomorfolojik- hidrolojik) sınırlandırılmış havzalar, doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir planlanma açısından elverişli birer ünedir. Bu anlamda, doğal kaynakların yönetiminde havza ölçeğinin esas alınması daha gerçekçidir. Türkiye’deki arazi varlığı dikkate alındığında, havza sistemi ve havza yönetimi çalışmaları büyük önem kazanmaktadır. Çalışmada, kükürt dioksit (SO₂) ve partiküler maddeye (PM₁₀) bağlı olarak havza ölçeğinde hava kalitesinin zamansal ve mekansal değişimi incelenmiştir. Bu verilerin hava kalitesi üzerindeki etkileri ve dağılımları, coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla üretilen haritalarla değerlendirilmiştir. Havzalara ait kirlenici değerleri, “06.06.2008 tarih ve 26898 Sayılı Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği’nde bulunan Kış Sezonu Limit Değerleri ve Avrupa Birliği- Türkiye Limit Değerleri” ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada ulaşılan sonuçlar, Türkiye havzalarının hava kalitesinin zamansal ve mekansal değişimi hakkında fikir verecektir. Ayrıca havza yönetimi kapsamında, doğal kaynakların kullanımını yönlendirme - organize etme sürecinde; hava kalitesinin dikkate alınmasına ve modelleme -koruma çalışmalarının havza ölçeğinde sürdürülmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye, Havza Yönetimi, Hava Kalitesi.

ABSTRACT

Today, local, regional and global problems are widespread due to air pollution. In Turkey air quality was deteriorated in many cities, especially in the cold period (October-March) because of intense urbanization and industrialization, wrong site selection, motor vehicles, poor quality fuel usage. Air pollution caused by human factors has been felt in high concentrations within a certain period of time supported by natural environment conditions. Consideration of air quality in the watershed scale in Turkey, is a necessity in terms of modeling of pollutant source and to protect the ecosystem. Although the watersheds are divided into many different groups according to their natural characteristics and intended use, those whose boundaries are determined by natural criteria form have a sharper image. Free from administrative, political or economic distinctions; The watersheds, which are completely limited by natural conditions (geological-geomorphological-hydrological), are suitable units for the protection of natural resources and sustainable planning. In this sense, watershed scale is more realistic in the management of natural resources. Considering the presence in Turkey of land, watershed management and system work is of major importance. In this study, temporal and spatial variation of air quality in the watershed scale is investigated due to sulfur dioxide (SO₂) and particulate matter (PM₁₀). The effects and distributions of these data on air quality were evaluated with maps produced with the help of geographical information systems. Pollutant values of the watershed were compared with “ Winter Season Limit Values and European Union-Turkey Limit Values in Dated 06.06.2008 and numbered 26 898 Air Quality Assessment and Management Regulations”The results achieved in this study will give an idea about the temporal and spatial variation of air quality in the watershed of Turkey. In addition, within the scope of watershed management, in the process of directing and organizing the use of natural resources; It will contribute to the consideration of air quality and the maintenance of modeling and protection activities at the watershed scale.

Keywords: Turkey, Watershed Management, Air Quality.

Başvuru/Submitted: 20.03.2019 **Kabul/Accepted:** 08.05.2019

Sorumlu yazar/Corresponding author: Nuriye GARİPAĞAOĞLU / nuriyeg@marmara.edu.tr

Atıf/Citation: Garipagaoglu, N.(2019). Türkiye hava kalitesinin havza tabanlı incelenmesi ve yönetilmesine dair bir öneri. B. Gonencgil, T. A. Ertek, I. Akova ve E. Elbasi (Ed.), 1st Istanbul International Geography Congress Proceedings Book (s. 933-949) içinde. İstanbul, Türkiye: Istanbul University Press.
<https://doi.org/10.26650/PB/PS12.2019.002.087>

1. GİRİŞ

Planlama kavramı, birbirinden çok farklı ve fazla sayıda disiplinin konusunu içeren uzun bir öngörü süreci olup birçok bilim dalıyla ilişkilidir. Planlama, geleceğin önceden kestirilmesi ve ortaya çıkabilecek gelişmeleri denetleme ve rasyonel biçime getirme yolunda hazırlanan strateji ve politikalar bütünü olarak tanımlanabilir (Atalık, 1989,3). Planlamayı, topraktan, yerleşilmiş olan yerden en iyi şekilde faydalanmak, en yüksek verimi elde etmek için yapılan düzenli işler, çalışmalar (İzbırak, 1992) olarak gören ve daha ziyade mekanla ilişkilendiren tanımlar da vardır. Aynı şekilde Planamanın, bir bütünün parçası olarak mekanın, yapı ve imkanlarına en uygun ve toplum açısından en faydalı tarzda kullanımsını sağlamak amacıyla hazırlanan bir tanzim ve gelişme programı (Erinç, 1959) olduğunu savunan coğrafi görüşler vardır. Ayrıca, ülkelerde geri kalmış bölgelerin kalkındırılması yönündeki isteklerin, bölge planları hazırlamaya neden olduğu (Tekeli, 1972) yönünde düşünceler belirmiştir. Planlanmaya konu olan bölgenin ölçeği ise, çok değişkendir. Plan bölge, çok farklı birimlerden meydana gelebileceği gibi, sınırları tamamen doğal kriterlerle belirlenmiş bir havza da olabilmektedir. Esasında, sınırları doğal kriterlerle belirlenen havzalar daha keskin bir görüntü oluştururlar. Tamamen doğal koşullarla sınırlandırılmış havzalar, mevcut kaynakların korunması ve sürdürülebilir planlanma açısından elverişli birer ünitelerdir. Bu anlamda, doğal kaynakların yönetiminde havza ölçeğinin esas alınması daha gerçekçidir. Bir havzanın bütünüyle coğrafi unsurlarıyla birlikte sahip olduğu doğal kaynaklarla ilgili bir plan yapmak gerektiğinde; ortamın tüm bileşenleri (fiziki, beşeri ve ekonomik yapı) bir arada düşünülerek, bunların etkileşimleriyle ortaya çıkabilecek bozulmaların minimize edilmesi hedeflenmektedir. Esasında planlamada havza yaklaşımı, öncelikle bu ünitelerin farklı ekosistemleri barındırması gerçeğine dayanmaktadır. Bu bakımdan yeryüzünde her havza, kendine özgü nitelikleriyle diğer havzalardan ayrılır (Garipağaoğlu, 2017: 154). Havza yönetimi, doğal kaynakların olumsuz etkilenmeksizin arzu edilen ürün veya hizmetleri sağlamak amacıyla bir havza içerisindeki bütün doğal kaynakların kullanımını yönlendirme ve organize etme sürecidir. Türkiye’deki arazi varlığı dikkate alındığında, havza sistemi ve havza yönetimi çalışmaları büyük önem kazanmaktadır. Türkiye’de havza tabanlı planlamalar, uzmanlar tarafından daha çok erozyon, ıslah ve kalkınma ağırlıklı çalışmalarla 1940’lı yıllarda başlamıştır. Daha sonraki yıllarda da, havza projelerine, yine erozyon ve sedimantasyon ağırlıklı olarak devam edilmiştir. Yapılmış olan birçok projeye rağmen, su ve toprak kaynaklarıyla ilgili sorunlar çözülememiş, aksine zamanla daha da artmıştır. Türkiye su kaynakları, kalite ve miktar bakımından TÜBİTAK ile Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 26 ana su havzasında kirlilik durumu, baskı ve etkiler, içme suyu ve korunan alanlar dikkate alınarak, havzalarda önceliklendirme yapılmıştır (Garipağaoğlu, 2012, 328). Ancak, ne var ki, bütüncül havza planlama ve yönetimi yaklaşımı, Ülkemizdeki en önemli eksikliklerdir. Türk hukuk sisteminde, bilimsel havza tanımına uygun olarak yapılmış bütüncül havza planlama ve yönetimine gösterilebilecek örnekler yoktur. Mevzuatta havza esaslı doğal kaynak planlamasına yer verilmemiş olup doğal kaynak planlaması imar mevzuatı yaklaşımı altında görülmüştür (Girgin, 2008, 381).

Türkiye’de havza planlama çalışmaları yapan kurum ve kuruluşlar, konuya, havza tabanlı planlamalar, havza yönetimi, havza koruma eylem planı, ekosistem tabanlı havza planlama, bütüncül (entegre) havza yönetim ve planlaması, nehir havzası yönetim planları gibi değişik yaklaşımlarda bulunmuşlardır. Ancak söz konusu çalışmalarda, havzalara daha ziyade su üretimi amaçlı bakılmakta ve hidrografik, pedolojik, vejetatif özellikleri ön plana çıkartılmaktadır. Havzaların jeolojik ve jeomorfolojik doğal ortam koşulları, ya çok yüzeysel değerlendirilmekte veya hiç yer verilmemektedir. Hava kalitesi ise, doğal kaynaklar arasında görülmemektedir. Böyle bir yaklaşım, havza planlamalarında, daha ilk başta metodolojik bir eksikliğe neden olmaktadır. Çünkü son zamanlarda fazlasıyla kabul gören entegre havza planlamalarında, havza ekosisteminin doğal unsurlarının (jeoloji, jeomorfoloji, iklim, hidrografi, toprak ve bitki örtüsü, hava kalitesi) birlikte ele alınması, bu unsurların birbirleri arasında ve beşeri unsurlarla olan etkileşimlerinin araştırılması kaçınılmazdır. Böyle bir yaklaşım, havza planlamalarına diğerlerinden çok daha farklı bir boyut kazandırmaktadır. Türkiye’nin 26 ana su havzası ve alt havzalarından oluşan sistemin yönetimi, sürdürülebilir kalkınmanın önemli koşullarındandır. Havza yönetimi, coğrafi olarak, bir drenaj alanındaki su, toprak, hava, bitki örtüsü, fauna ve diğer doğal kaynakların, havzanın değişik bölümlerinde yaşayanların yararına korunması, geliştirilmesi ve yararlanılması şeklinde tanımlanabilir.

2. VERİ VE YÖNTEM

Türkiye’nin 26 ana su havzasının hava kalitesi, kükürt dioksit (SO₂) ve partiküler madde (PM₁₀) olmak üzere iki kirleticisi ile belirlenmiştir. Kirliliğin zamansal ve mekânsal değişimi tespit edilerek muhtemel hava kirleticisi kaynaklar saptanmıştır. Böylece kirleticilerin yoğunlaştığı havzalara ve her havza içerisinde dikkat çeken bölgelere işaret edilerek planlama süreçlerinde alınan kararlara katkı sağlaması önemsenmiştir. Kirlilik giderme stratejileri ve havza ekosisteminin korunmasına yönelik yaklaşımla sürdürülebilir havza yönetiminde temiz havanın yeri belirlenmiştir. Çünkü, havza ölçeğinde hava kalitesinin değerlendirilmesi; kirleticisi kaynaklarının modellenmesi ve bütüncül havza yönetimi

açısından önemlidir. Ayrıca, ortam havası kalitesi, özellikle kentsel yoğunluğun ve sanayi kümelenmesinin yüksek olduğu havzalarda, gerek insan sağlığı ve gerekse bütünüyle ekosistem açısından dikkatleri üzerine çekmektedir. Hava kirliliği, sadece insan sağlığını olumsuz etkilemekle kalmayıp ekosistemin flora, fauna, toprak ve su gibi ana unsurlarına da zarar vermektedir. Türkiye'nin 26 ana su havzasının, fiziki, beşeri –ekonomik, ekolojik koşulları ve kaynakların kullanımı; bir taraftan bulunduğu bölgeye göre, diğer taraftan da kendi içerisinde yatay ve dikey yönde önemli farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmada, Türkiye havzalarının hava kalitesi, 1990-2018 yılları arasında soğuk dönem (1 Ekim-31 Mart) esas alınarak 5' er yıllık aralıklarla incelenmiştir. Hava kirleticilerden, kükürt dioksit (SO₂) ve partiküler madde (PM₁₀) verileri, Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Türkiye İstatistik Kurumu Çevre İstatistikleri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme İstasyonları web sitesinden temin edilmiştir. Bu verilerin, hava kalitesi üzerindeki etkileri ve dağılımları, coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla üretilen haritalarla değerlendirilmiştir. Havzalara ait kirleticiler, "06.06.2008 tarih ve 26898 Sayılı Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde bulunan Kış Sezonu Limit Değerleri ve Avrupa Birliği- Türkiye Limit Değerleri" ile karşılaştırılmıştır.

3. HAVA KİRLİLİĞİ VE COĞRAFİ ORTAM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Temiz havanın çok net bir tanımı bulunmamaktadır. Hava kirliliği, atmosferde gaz, parçacık, su buharı ve koku şeklinde bulunabilecek olan kirleticilerin başta insan sağlığı olmak üzere, canlılara ve bütünüyle coğrafi ortama zarar verecek ölçülere ulaşması durumudur (Garipağaoğlu, 2015,16). Kirleticilerden hangilerinin hangi konsantrasyona ulaştığında zararlı olabileceği, uluslararası kuruluşlar ve ayrıca çeşitli ülkeler tarafından "hava kirliliği standartları" ile belirlenmiştir.

Tablo 1: Bazı Atmosfer Kirleticilerinin Limit Değerleri (2008 ve öncesi)

Kirleticisi	Saatlik	KVS(24 saatlik)	Kış Sezonu Ortalaması	Hedef Sınır Değer (Kış Sezonu Ortalaması)	UVS (yıllık)
Kükürt Dioksit(SO₂)	900 µg/m ³	400 µg/m ³	250 µg/m ³	120 µg/m ³	150 µg/m ³
Azot Dioksit (NO₂)		300 µg/m ³			100 µg/m ³
Partiküler Madde (PM₁₀)		300 µg/m ³	200 µg/m ³		150 µg/m ³

Kaynak: <https://cygm.csb.gov.tr/yonetmelikler-i-440>

Tablo 2: Bazı Atmosfer Kirleticilerinin Limit Değerleri (2008-2014 arası)

Kirleticisi	Saatlik	KVS (24 saatlik)	Kış Sezonu Ortalaması	UVS. Yıllık
Kükürt Dioksit (SO₂)	350 µg/m ³	250 µg/m ³	125 µg/m ³	60
Partiküler Madde (PM₁₀)		100µg/m ³	90 µg/m ³	60

Kaynak: <https://cygm.csb.gov.tr/yonetmelikler-i-440>

Tablo 3: Bazı Atmosfer Kirleticilerinin Limit Değerleri ve Uyarı Eşikleri (2014-2019 arası)

Hava Kirleticisi	Ortalama Süre	Limit Değer	Tolerans Payı	Uyarı Eşiği
Kükürt Dioksit (SO₂)	Saatlik	350 µg/m ³ (bir yılda 24 defadan fazla aşılmaz)	150 µg/m ³ (limit değerinin %43' ü)	500 µg/m ³
	24 saatlik	125 µg/m ³ (bir yılda 3 defadan fazla aşılmaz)	125µg/m ³ (%100)	
	Yıllık ve kış dönemi	20 µg/m ³		
Partiküler Madde (PM₁₀)	24 saatlik	50µg/m ³ (bir yılda 35 defadan fazla aşılmaz)	50 µg/m ³ (% 100)	
	Yıllık ve insan sağlığının korunması için	40µg/m ³	20 µg/m ³ (% 50)	

Kaynak: <https://cygm.csb.gov.tr/yonetmelikler-i-440>

Hava kirliliğinin çevresel etkisi oldukça değişkendir (Kırımhan, 2006, 151) Hava kirliliğine sebep olan gerek gaz halindeki ve gerekse partikül halindeki pollütantlar, başta insan sağlığı olmak üzere, bitkilere, hayvanlara, iklime ve cansız ortama zarar vermektedirler. Akciğerlere kadar gitmiş olan zerreciklerden çözünebilir olanlar kana karışmaktadır. Özellikle solunum yolu hastalıkları kirli havanın bir sonucudur. Akciğer kanseri, astım, anfiyen gibi kronik hastalıklara yol açmaktadır (Erinç, 1984, 100). Kükürt dioksit, kükürdün ve kükürt içeren yakıtların yanması sırasında oluşmaktadır. Kükürt dioksit şehirlerin atmosferlerinin kirlenmesinde önemli rol oynar. Suda ve kanda büyük ölçüde çözünen bir gazdır. Üst solunum yollarını tahriş ederek, hava akışına olan direnci azaltır. Partikül halindeki kirlleticilerin ise, kökenleri ve boyutları çok farklıdır. Partiküllerin de akciğerlerin hava torbalarının bulunduğu bölgelerde birikerek insan sağlığına zarar verdiği saptanmıştır. Bu çalışmada ele alınan partikül daha çok evsel yakıtlardan kaynaklanan duman ve parçacıklardır. Bitkiler üzerindeki etkileri genel olarak yaprak dokularının tahrip olması, yaprakların sararması ve yeşilliğini kaybetmesi, büyümenin yavaşlaması şeklindedir (Karpuzcu, 1994,148). Bitkilerde büyüme yavaşlar, meyveler küçülür ve besin değeri düşer, çiçekler tahrip olur. Kükürt dioksit, kükürdün ve kükürt içeren yakıtların yanması sırasında oluşmaktadır. Bitkiler üzerindeki en tehlikeli etkiyi çevredeki sanayi kuruluşlarından atmosfere verilen kükürt dioksit gazı yaratmaktadır. Ayrıca kükürt dioksitin atmosferde girdiği reaksiyonlar sonucunda meydana gelen sülfürik asit (H_2SO_4) ve asit yağmurları, ormanlara büyük ölçüde zarar vermektedir. Hava kirliliği hayvanların sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir. Hayvanlarda görülen kronik zehirlenmeler genel olarak yem bitkilerinde absorbe edilen kirleticilerden kaynaklanmaktadır. Bu tür zehirlenmelere neden olan ağır metaller, arsenik, kurşun ve molibdenir.

Atmosfer kirleticileri, canlılar kadar, cansız ortamı da etkilerler. Özellikle yapıların metal ve taş gibi kısımlarında bozulmalara sebep olmaktadır. Çeşitli yüzeyler üzerinde 0,3 mikron büyüklüğündeki islerin birikmesiyle bozulma ve lekeler oluşmaktadır. Zamanla bu birikim, yüzeyi tahrip etmekte ve rengini değiştirmektedir. Ayrıca hava kirliliği, malzemelerde korazyonu da arttırmaktadır. Hava kirliliği, iklimi lokal ve global ölçeklerde etkileyebilmektedir. Lokal ölçekte, daha ziyade şehirlerin atmosferlerinde bulunan kirleticiler, güneş ışınlarını yansıtma, dağıtma ya da absorbe etme yoluyla meteorolojik olayları etkilerler. Kirleticilerin, dünya ölçeğinde sebep oldukları iklim değişiminde sera etkisi önemli rol oynar. Sera etkisi olan gazlardan karbon dioksitin konsantrasyonunda son elli yıl içerisinde önemli artışlar kaydedilmiştir. Bir taraftan aşırı yakıt tüketimi, diğer taraftan başta ormanlar olmak üzere, bitki örtüsünün tahribatı ile karbon dioksitin fotosentez süreci ile yeterince işlenememesi, atmosferde giderek bu gazın konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır. Sera etkisi olan gazların atmosferdeki konsantrasyonlarının artmasının, yıllık ortalama sıcaklıkları arttırabileceği kabul edilmektedir.

4. TÜRKİYE HAVZALARININ HAVA KALİTESİNİN GENEL GÖRÜNÜMÜ

Türkiye havzalarında görülen hava kirliliği, daha çok evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlara, endüstriyel emisyonlara ve motorlu taşıtlara bağlı gözükme (Garipağaoğlu, 2002,18). Bu hususta, 1950'lerden itibaren başlayan, 1960'larda hız kazanan şehirleşme ve onun paralelinde gelişen endüstrileşme hareketleri önemli rol oynamıştır. Bu süreçte, bir taraftan evsel ve endüstriyel alanlarda tüketilen yakıtlar, diğer taraftan endüstri kuruluşlarının yanlış yer seçimi ve atık gazların yeterli teknik tedbirler alınmadan atmosfere gönderilmesiyle havzalarımızın birçoğunda hava kirliliği ortaya çıkmıştır (Garipağaoğlu, 2008, 358). Özellikle düşük kaliteli linyit tüketiminin meydana getirdiği hava kirliliği, önemli ve dikkat çekicidir (Garipağaoğlu, 2005, 12) Türkiye havzalarının hava kalitesi üzerinde birçok faktör etkili olmakla birlikte, özellikle plansız ve hızlı şehirleşme hareketleri, endüstride yanlış yer seçimi, yetersiz donanım, her türlü atık madde ve bacalardan çıkan kirleticiler, şehirlerin ve endüstri kuruluşlarının konumlandıkları yerlerin fiziki coğrafya şartları (özellikle yeryüzü şekilleri ve iklim şartları), birinci derecede rol oynamıştır.

4.1. Havzaların Kükürt Dioksit Konsantrasyonları

Türkiye havzalarının kükürt dioksit konsantrasyonları, ilk olarak 1990-2018 yılları arasında, yanma dönemi ortalamalarına göre 5'er yıllık aralıklarla incelenmiştir. Daha sonra 1990, 2018 yıllarına isabet eden maksimum değerler ve 2017, 2018 yıllarına ait 1 saatlik ve 24 saatlik limit değeri aşan günler sayısı değerlendirilmiştir. 1990-1991 soğuk döneminde kükürt dioksit (SO_2) ortalamaları, bazı havzalarda "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği" ne göre Kış dönemi eşik değeri olan $250 \mu g/m^3$ aşılmıştır (Şekil 1). Marmara Havzası'nda Bursa, Çanakkale, İstanbul, Kocaeli; Fırat-Dicle Havzası'nda Malatya, Diyarbakır, Erzurum, Elazığ; Sakarya Havzası'nda Eskişehir, Kütahya; Kızılırmak Havzası'nda Kayseri ve Çankırı bu grubun örnekleridir. Hatta bu dönemde, kısa vadeli sınır değeri ($400 \mu g/m^3$), Yukarı Kızılırmak Havzası'nda Sivas, Konya Kapalı Havzası'nda ise Konya şehri aşmıştır. Ayrıca Yukarı Sakarya Havzası'nda Ankara; Fırat Havzası'nda Elazığ; Kızılırmak Havzası'nda Kırıkkale, Nevşehir ve Yeşilirmak Havzası'nda Tokat şehirlerinde de Kış dönemi eşik değere yaklaşılmıştır. Belirtilenler dışında, Yeşilirmak Havzasında Çorum, Samsun; Kızılırmak Havzasında Kastamonu, Kırşehir, Yozgat; Sakarya Havzası'nda Adapazarı; Ceyhan Havzası'nda Kahramanmaraş şehri uzun vadeli sınır değeri ($150 \mu g/m^3$) aşmışlardır. Ayrıca Meriç-Ergene Havzası'nda Edirne, Kırklareli; Fırat Havzası'nda Erzincan ve Bingöl şehirleri de, Kış dönemi hedef sınır değerin ($120 \mu g/m^3$) üzerine çıkmışlardır.

Şekil 1: Kış Dönemi (Ekim-Mart) Kükürt dioksit Ortalamalarının Havzalara Göre Durumu(1990-1991)

1995-1996 soğuk dönemine gelindiğinde, havzaların kükürt dioksit konsantrasyonlarında genel bir düşüş seyri izlenmektedir (Şekil 2). Bu dönemde, hiçbir havzada kısa vadeli sınır değeri aşılmamıştır. Sadece, Meriç-Ergene Havzası'nda Edirne'de Kış dönemi eşik değerini üzerine çıkmıştır. Ancak, Yukarı Çoruh Havzası'nda Bayburt; Yukarı Sakarya Havzası'nda Kütahya ve Batı Akdeniz Havzası'nda Muğla şehirleri, Kış dönemi eşik değere yaklaşmışlardır. Bunların dışında, Kızılırmak Havzası'nda Yozgat, Kırıkkale ve Kırşehir; Susurluk Havzası'nda Balıkesir; Fırat-Dicle Havzası'nda Adıyaman, Diyarbakır; Konya Kapalı Havzasında Konya; Antalya Havzası'nda Isparta ve Yeşilırmak Havzası'nda Tokat gibi şehirler, uzun vadeli sınır değeri aşmışlardır. Ayrıca Akarçay Havzası'nda Afyonkarahisar; Burdur Havzası'nda Burdur; Marmara Havzası'nda Çanakkale, İstanbul; Yeşilırmak Havzası'nda Çorum; Fırat Havzası'nda Erzurum, Gaziantep, Muş; Ceyhan Havzası'nda Kahramanmaraş; Kızılırmak Havzası'nda Sivas, Kayseri Ve Yukarı Gediz Havzası'nda Uşak, Kış dönemi hedef sınır değeri (120 µg/m³) aşan şehirler olarak dikkat çekmektedir.

Şekil 2: Kış Dönemi (Ekim-Mart) Kükürt dioksit Ortalamalarının Havzalara Göre Durumu(1995-1996)

2000-2001 Soğuk döneminde, havzaların kükürt dioksit konsantrasyonlarındaki düşüş devam etmektedir (Şekil 3). Bu dönemde sadece Yukarı Sakarya Havzası'nda Kütahya'da Kış dönemi eşik değeri aşılmıştır. Yukarı Fırat Havzasında Erzurum ve Ağrı'da ise, uzun vadeli sınır değerin üzerine çıkmıştır. Belirtilenler haricinde, Burdur Havzası'nda Burdur; Büyük Menderes Havzası'nda Denizli; Dicle Havzası'nda Diyarbakır; Antalya Havzası'nda Isparta, Kızılırmak Havzası'nda Kırşehir; Marmara Havzası'nda Tekirdağ; Gediz Havzası'nda Uşak ve Fırat Havzası'nda Elazığ gibi şehirlerde de Kış dönemi hedef sınır değerin ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aşıldığı anlaşılmaktadır.

Şekil 3: Kış Dönemi (Ekim-Mart) Kükürt dioksit Ortalamalarının Havzalara Göre Durumu(2000-2001)

2010-2011 Soğuk döneminde, havzaların kükürt dioksit konsantrasyonlarının, artık limit değerlerin altında kaldıkları gözlenmektedir (Şekil 4). Yalnızca Dicle Havzası'nda Hakkari ve Şırnak şehirleri, Kış dönemi limit değerini ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aşmışlardır. Marmara Havzası'nda Tekirdağ'da ise uzun vadeli sınır değerin ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) üzerine çıkmıştır. Dicle Havzası'nda Bitlis ve Batı Akdeniz Havzası'nda Muğla kentleri ise, $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerinde gözükmemektedir. Diğer havzaların kükürt dioksit ortalamaları düşük seviyelerde gerçekleşmiştir.

Şekil 4: Kış Dönemi (Ekim-Mart) Kükürt dioksit Ortalamalarının Havzalara Göre Durumu(2010-2011)

2017-2018 Soğuk dönem kükürt dioksit ortalamalarına göre havzaların problem yaşamadıkları anlaşılmaktadır (Şekil 5). Bu dönemde, Dicle Havzası'nda Bitlis ve Hakkari şehirleri, diğer havza şehirlerine göre daha yüksek değerlere sahip olsalar da kükürt dioksit konsantrasyonları $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında gerçekleşmiştir. Ancak Avrupa Birliği limit değerlerine uyum kapsamında, Türkiye 2010 yılından itibaren sınır değerlerini azaltmaya başlamıştır. Kış dönemi ve ekosistemin korunması açısından $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sınır değeri 2014 yılından itibaren geçerli olmaya başlamıştır. Bu duruma göre; Fırat Dicle Havzası'nda Bitlis, Hakkari, Erzurum, Siirt, Tunceli, Ağrı; Büyük Menderes Havzası'nda Denizli; Burdur Havzası'nda Burdur; Akarçay Havzası'nda Afyonkarahisar; Antalya Havzası'nda Isparta; Ceyhan Havzası'nda Osmaniye Kahramanmaraş; Marmara Havzası'nda Tekirdağ; Meriç-Ergene Havzası'nda Edirne, Kırklareli; Batı Karadeniz Havzası'nda Karabük, Zonguldak, Sinop; Konya Kapalı Havzası'nda Konya, Karaman; Aras Havzası'nda Ardahan, Kars; Sakarya Havzası'nda Kütahya; Doğu Karadeniz Havzası'nda Ordu; Kızılırmak Havzası'nda Sivas, Kırıkkale, Yozgat; Van Kapalı Havzası'nda Van; Batı Akdeniz Havzası'nda Muğla gibi bir çok şehir, ekosistemin korunması açısından limit değer olan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşmışlardır. Bu durum, Türkiye havzalarının Kış dönemi kükürt dioksit ortalamalarının, 1990 yılından bu güne hızlı bir seyirle düştüğünü göstermekle birlikte, Avrupa Birliği limit değerlerine göre hala sorun yaşayan havzalarımız olduğuna işaret etmektedir.

Şekil 5: Kış Dönemi (Ekim-Mart) Kükürt dioksit Ortalamalarının Havzalara Göre Durumu(2017-2018)

Tablo 4: Kükürt Dioksit Limit Değerlerinin (125 µg/m³). Aşıldığı Günler Sayısının Havzalara Göre Durumu (24Saat)

HAVZA ADI	ŞEHİR ADI	2017	2018
		Aşıldığı Ay	Limit değerin aşıldığı gün sayısı (24 saatlik)
		Aşıldığı Ay	Limit değerin aşıldığı gün sayısı (24 saatlik)
MARMARA HAVZASI	Tekirdağ	Ocak	13
		Şubat	3
		Şubat	1
MERİÇ-ERGENE HAVZASI	Edirne	Kasım	1
		Aralık	1
		Kırklareli	Ocak
BÜYÜK MENDERES HAVZASI	Denizli	Şubat	2
		Kasım	1
BATI AKDENİZ HAVZASI	Muğla	Aralık	1
		Ocak	2
AKARÇAY HAVZASI	Afyon	Şubat	1
		Aralık	2
		Ocak	5
KONYA KAPALI HAVZASI	Konya	Şubat	6
	Karaman	Şubat	1
CEYHAN HAVZASI	Kahramanmaraş	Aralık	3
	Siirt	Ocak	1
	Hakkari	Ocak	2
DİCLE HAVZASI		Aralık	18
		Ekim	2
		Kasım	10
		Aralık	5
		Kasım	2
	Bitlis	Aralık	5
		Şubat	2
		Kasım	3
		Aralık	6
		Muş	Ocak
FIRAT HAVZASI	Şanlıurfa	Ocak	2
		Şubat	1
	Ağrı	Ocak	3
	Yozgat	Aralık	1
KIZILIRMAK HAVZASI	Kırşehir	Şubat	1
	Sivas	Ocak	1
	Zonguldak	Aralık	1
BATI KARADENİZ HAVZASI	Karabük	Aralık	6
		Ekim	1
		Kasım	3
		Aralık	2

Kaynak: <http://laboratuvar.cevre.gov.tr/Default.ltr.aspx>

Tablo 5: Kükürt Dioksit Limit Değerlerinin (350 µg/m³) Aşıldığı Günler Sayısının Havzalara Göre Durumu (1 Saat)

HAVZA ADI	ŞEHİR ADI	2017	Limit değerin aşıldığı gün sayısı (1 saatlik)	2018	Limit değerin aşıldığı gün sayısı (1 saatlik)
		Aşıldığı Ay		Aşıldığı Ay	
MARMARA HAVZASI	Tekirdağ	Ocak	24	Ocak	11
		Şubat	5	Aralık	5
		Mart	1		
MERİÇ-ERGENE HAVZASI	Edirne	Şubat	2	Ocak	2
		Kasım	1		
		Aralık	2		
BATI AKDENİZ HAVZASI	Muğla	Ocak	8		
		Şubat	2		
		Kasım	6		
KONYA KAPALI HAVZASI	Konya	Aralık	1		
		Ocak	18		
		Şubat	20		
CEYHAN HAVZASI	Kahramanmaraş	Mart	1		
		Aralık	1		
		Ocak	4		
DİCLE HAVZASI	Hakkari	Kasım	2	Ocak	3
		Aralık	52	Şubat	1
				Ekim	9
				Kasım	60
				Aralık	23
	Bitlis	Ekim	6	Ocak	23
		Kasım	16	Şubat	11
		Aralık	14	Mart	2
				Kasım	16
				Aralık	26
FIRAT HAVZASI	Şanlıurfa	Ocak	7	Aralık	56
		Şubat	10	Kasım	9
		Ocak	3		
KIZILIRMAK HAVZASI	Kırşehir			Şubat	1
		Sivas	Kasım		
			6		
		Aralık	6		
		Yozgat	Kasım		
			1	Ocak	1
		Aralık	1	Kasım	6
				Aralık	2
BATI KARADENİZ HAVZASI	Karabük	Aralık	22	Ocak	5
		Mart	4	Şubat	1
				Mart	2
				Aralık	3

Kaynak: <http://laboratuvar.cevre.gov.tr/Default.ltr.aspx>

Maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları da 1990'lı yıllarda çok yüksek seyretmiştir. Örneğin, 1990 – 1993 yılları arasında, çok sayıda şehrin göstergeleri, kısa vadeli sınır değeri aşmakta, ya da buna fazlasıyla yaklaşmaktadır. 1990-1991 Kış döneminde Marmara Havzası'nda İstanbul ($1171 \mu\text{g}/\text{m}^3$), İzmit ($1165 \mu\text{g}/\text{m}^3$); Konya Kapalı Havzası'nda Konya ($3489 \mu\text{g}/\text{m}^3$); Fırat Havzası'nda Malatya ($1430 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Erzurum ($1135 \mu\text{g}/\text{m}^3$); Sakarya Havzası'nda Kütahya ($1365 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ve Kızılırmak Havzası'nda Sivas ($1976 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gibi şehirlerde maksimum değerler endişe verici miktarlara ulaşmıştır. Özellikle Konya rekor değere ulaşmıştır. Ayrıca, Dicle Havzası'nda Diyarbakır; Kızılırmak Havzası'nda Kayseri ve Susurluk Havzası'nda Bursa'da maksimumlar $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e yaklaşmıştır. Bunların haricinde, Fırat Havzası'nda Adıyaman, Elazığ, Erzincan; Sakarya Havzası'nda Ankara, Adapazarı, Eskişehir; Meriç-Ergene Havzası'nda Edirne, Tekirdağ; Küçük Menderes Havzası'nda İzmir; Gediz Havzası'nda Manisa; Kızılırmak Havzası'nda Kastamonu, Kırşehir, Çankırı, Yozgat, Kırıkkale, Nevşehir; Ceyhan Havzası'nda Kahramanmaraş; Batı Akdeniz Havzası'nda Yatağan; Konya Kapalı Havzası'nda Niğde; Yeşilırmak Havzası'nda Samsun, Tokat gibi merkezlerde maksimum değerler, kısa vadeli sınır değerin ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$) üzerinde gözükmektedir.

Havzaların maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları, 1995'den itibaren belirgin düşüşler göstermeye başlamış olup, 2000'li yıllarda da devam etmiştir. Örneğin 2017-2018 yıllarında hiç bir havzada maksimum değerler, kısa vadeli sınır değerin ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$) üzerine çıkmamıştır (tablo 6). 2017 yılında Sadece Konya Kapalı Havzası'nda Konya'da sınır değere yaklaşmıştır ($336 \mu\text{g}/\text{m}^3$). 2018 yılında ise, Batı Karadeniz Havzası'nda Karabük'te kısa vadeli sınır değeri aşılmıştır ($459 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Fırat Dicle Havzası'nda Şanlıurfa ve Hakkari'de maksimumlar, $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerinde gözükmektedir. Ancak 2018 yılında dahi 24 saatlik limit değerlere ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) göre bazı havzanın riskli oldukları anlaşılmaktadır. Marmara Havzası'nda Tekirdağ 5; Akarçay Havzası'nda Afyonkarahisar 1; Ceyhan Havzası'nda Kahramanmaraş 2; Kızılırmak Havzası'nda Yozgat 2; Batı Karadeniz Havzası'nda Karabük 6; Fırat Dicle Havzası'nda Şanlıurfa 22, Bitlis 19, Hakkari 18 gün sürelerle limit değeri aşmışlardır. Yıl içerisinde limit değerler, yanma döneminde kalan aylara isabet etmekte olup, bu bakımdan Kış mevsimi ayları önde gelmektedir (tablo 4). 24 saatlik limit değeri, Avrupa Birliği Yönetmeliği'ne göre yılda ancak 3 kez aşılabılır. Bu bakımdan, Fırat-Dicle Havzası, Batı Karadeniz Havzası ve Marmara Havzası'nda söz konusu sınırın aşıldığı görülmektedir. Diğer taraftan saatlik limit değerleri ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aşan günler esas alındığında, 2018 yılında, yine Türkiye havzalarının bir kısmında bu sayının yüksekliği dikkat çekmektedir (tablo 5). Marmara Havzası'nda Tekirdağ'da 16; Meriç Ergene Havzası'nda Edirne'de 2; Fırat-Dicle Havzası'nda Hakkari'de 96, Bitlis'te 78, Şanlıurfa'da 65; Kızılırmak Havzası'nda Kırşehir'de 1, Yozgat'da 9; Batı Karadeniz Havzası'nda Karabük'de 11 gün sürelerle aşılmıştır. Avrupa Birliği Yönetmeliği'ne göre saatlik limit değeri yılda ancak 24 kez aşılabılır ifadesi dikkate alındığında, bu açıdan da Fırat-Dicle Havzası'nda hala sorun yaşandığı anlaşılmaktadır.

4.2. Havzaların Partiküler Madde(PM10) Konsantrasyonları

Türkiye havzalarının partiküler madde konsantrasyonları, ilk olarak 1990-2018 yılları arasında, yanma dönemi ortalamalarına göre 5'er yıllık aralıklarla incelenmiştir. Daha sonra 1990, 2018 yıllarına isabet eden maksimumlar ve 2017, 2018 yıllarına ait 1 saatlik ve 24 saatlik limit değeri aşan günler sayısı değerlendirilmiştir. 1990 - 2018 yılları arasında, özellikle soğuk dönemde, Türkiye havzalarının bir kısmı, partiküler madde konsantrasyonları açısından, zaman zaman problem yaşamışlardır. Ancak, evsel yakıtlardan kaynaklanan partiküler madde kirliliği, kükürt dioksit kirliliği kadar önemli ölçülere ulaşmamıştır. 1990-1991 soğuk döneminde, partiküler madde ortalamalarına göre havzalarda kısa vadeli sınır değeri ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aşılmamakla birlikte Kızılırmak Havzası'nda Sivas'ta buna yaklaşmamaktadır. Dicle Havzası'nda Diyarbakır'da ise, Kış dönemi sınır değerin ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) üzerine çıkmıştır. Ayrıca, Yeşilırmak Havzası'nda Tokat; Fırat Havzası'nda Elazığ, Malatya; Konya Kapalı Havzası'nda Konya; Marmara Havzası'nda Kocaeli ve İstanbul, uzun vadeli sınır değeri aşmıştır. Kış hedef sınır değerini ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aşanlar arasında ise; Batı Akdeniz Havzası'nda Antalya; Kızılırmak Havzası'nda Çankırı Batı Karadeniz Havzası'nda Zonguldak; Fırat Havzası'nda Erzurum, Erzincan, Adıyaman; Ceyhan Havzası'nda Kahramanmaraş; Yeşilırmak Havzası'nda Çorum; Marmara Havzası'nda İstanbul dikkat çekmektedir (Şekil 6).

Şekil 6: Kış Dönemi (Ekim-Mart) Partiküler Madde Ortalamalarının Havzalara Göre Durumu(1990-1991)

1995-1996 Kış döneminde, havzaların partiküler madde konsantrasyonlarında önemli düşüşler izlenmektedir (Şekil 7). Bu devrede sadece Batı Karadeniz Havzası'nda Zonguldak; Doğu Akdeniz Havzası'nda Mersin ve Dicle Havzası'nda Diyarbakır'ın ortalamaları, uzun vadeli sınır değeri ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aşmıştır. Doğu Karadeniz Havzası'nda Rize; Çoruh Havzası'nda Bayburt; Yeşilırmak Havzası'nda Tokat ve Akarçay Havzası'nda Afyonkarahisar ise, Kış dönemi hedef sınır değeri aşan ve kritik seviyede bulunan kentler olarak değerlendirilebilirler.

Şekil 7: Kış Dönemi (Ekim-Mart) Partiküler Madde Ortalamalarının Havzalara Göre Durumu(1995-1996)

2000-2001 Kış döneminde, sadece Sakarya Havzası'nda Kütahya'da ortalamalar uzun vadeli sınır değerin üzerine çıktığından, tek riskli şehir olarak gözükmemektedir (Şekil 8). Dicle Havzası'nda Diyarbakır; Batı Karadeniz Havzası'nda Zonguldak ve Kızılırmak Havzası'nda Sivas'ta ise, Kış dönemi hedef sınır değeri aşılmıştır. $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan Akarçay Havzası'nda Afyon; Fırat Havzası'nda Ağrı; Yeşilırmak Havzası'nda Çorum; Büyük Menderes Havzası'nda Denizli ve Kızılırmak Havzası'nda Kayseri gibi şehirler ise, önemli risk oluşturmamakla birlikte, hassas grupta yer almışlardır.

Şekil 8: Kış Dönemi (Ekim-Mart) Partiküler Madde Ortalamalarının Havzalara Göre Durumu(2000-2001)

2010-2011 Kış döneminde, Akarçay Havzası'nda Afyonkarahisar; Dicle Havzası'nda Batman; Aras Havzası'nda Iğdır; Ceyhan Havzası'nda Osmaniye, Kış dönemi sınır değeri ($156 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aşmışlardır. Dicle-Fırat Havzası'nda Adıyaman, Siirt; Batı Karadeniz Havzası'nda Bolu, Düzce; Yeşilirmak Havzası'nda Çorum; Antalya Havzası'nda Isparta ise, Kış dönemi hedef sınır değeri aşmışlardır. Büyük Menderes Havzası'nda Aydın, Denizli; Susurluk Havzası'nda Balıkesir; Burdur Havzası'nda Burdur; Dicle-Fırat Havzası'nda Gaziantep, Diyarbakır, Muş, Şanlıurfa; Gediz Havzası'nda Manisa; Sakarya Havzası'nda Adapazarı; Van Kapalı Havzası'nda Van; Aras Havzası'nda Ardahan gibi kentleri ise, $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkmışlardır (Şekil 9).

Şekil 9: Kış Dönemi (Ekim-Mart) Partiküler Madde Ortalamalarının Havzalara Göre Durumu(2010-2011)

2017-2018 Kış döneminde, Aras Havzası'nda Iğdır, en yüksek değerle dikkat çekmektedir ($168 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ayrıca Kış dönemi sınır değeri ($90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aşan havzalar arasında; Konya Kapalı Havzası'nda Niğde; Seyhan Havzası'nda Adana; Fırat Havzası'nda Erzincan; Kızılırmak Havzası'nda Kayseri; Susurluk Havzası'nda Bursa; Büyük Menderes Havzası'nda Denizli; Batı Karadeniz Havzası'nda Düzce bulunmaktadır (Şekil 10).

Şekil 10: Kış Dönemi (Ekim-Mart) Partiküler Madde Ortalamalarının Havzalara Göre Durumu(2017-2018)

Türkiye şehirlerinin Kış dönemi partiküler madde ortalamaları, 1990-2007 yılları arasında genellikle kükürt dioksit ortalamalarından daha düşüktür. 2007-2018 arasındaki devrede ise, partiküler madde konsantrasyonunca bazı sınır değerleri aşan şehir sayısı, kükürt dioksitin de önüne geçmiştir. **maksimum partiküler madde konsantrasyonu ise**, 1990 yılında, kükürt dioksit kadar yüksek olmamakla beraber (sadece Sivas'ta 1016 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Konya'da 927 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), çoğu havzada kısa vadeli sınır değerini üzerinde seyretmiştir. Sakarya Havzası'nda Ankara, Kütahya, Adapazarı; Batı Karadeniz Havzası'nda Bolu, Zonguldak; Antalya Havzası'nda Antalya, Susurluk Havzası'nda Bursa; Marmara Havzası'nda Çanakkale, İstanbul, İzmit; Fırat-Dicle Havzası'nda Bingöl, Adıyaman, Malatya, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Erzurum; Küçük Menderes Havzası'nda İzmir; Kızılırmak Havzası'nda Kayseri, Kırıkkale; Ceyhan Havzası'nda Kahramanmaraş; Yeşilirmak Havzası'nda Samsun, Tokat, gibi şehirler bu grubun örnekleridir. Havzaların maksimum partiküler madde konsantrasyonları, 1995'den itibaren belirgin düşüşler göstermeye başlamıştır. Ancak 2007 yılından itibaren yeniden artışlar dikkat çekmektedir. Örneğin 2017-2018 yıllarında dahi bir çok havzada maksimum değerler, kısa vadeli sınır değeri (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) üzerine çıkmış veya yaklaşmıştır (Tablo 6). Aynı şekilde, 2018 yılında 24 saatlik limit değeri (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) aşan günler sayısı incelendiğinde; havzaların önemli bir bölümünün risk taşıdığı anlaşılmaktadır. Yılda ancak 35 kez aşılmasına izin verilen bu günlerin sayısı çok yüksek seviyelere ulaşmaktadır. Örneğin, Marmara Havzası'nda 60-261 gün, Meriç Ergene Havzası'nda 99-186 gün, Susurluk Havzası'nda 93-346 gün, Sakarya Havzası'nda 100-247 gün, Gediz Havzası'nda 358 gün, Küçük Menderes Havzası'nda 139 gün, Büyük Menderes Havzası'nda 79-316 gün, Burdur Havzası'nda 222 gün, Akarçay Havzası'nda 204 gün, Antalya Havzası'nda 115-191 gün, Doğu Akdeniz Havzası'nda 337 gün, Seyhan Havzası'nda 356 gün, Ceyhan Havzası'nda 157-228 gün, Konya Kapalı Havzası'nda 46-297 gün, Kızılırmak Havzası'nda 13-209 gün, Batı Karadeniz Havzası'nda 73-214 gün, Yeşilirmak Havzası'nda 65-303 gün, Doğu Karadeniz Havzası'nda 27-126 gün, Çoruh Havzası'nda 3-109 gün, Aras Havzası'nda 16-330 gün, Van Gölü Havzası'nda 107 gün, Fırat-Dicle Havzası'nda 6-269 gün, Asi Havzası'nda 31 gün, Batı Akdeniz Havzası'nda 276 gün arasında değişmektedir (Tablo 6).

Her iki kirlenici de yıl içerisinde en yüksek miktarlarına Aralık, Ocak, Şubat gibi Kış mevsimi aylarında ulaşmaktadır. Bunları Kasım ve Mart ayları izlemektedir. Daha az olarak da Nisan ayında rastlanmaktadır. Türkiye havzalarında hava kirliliği açısından Kış mevsimi birinci, Sonbahar sonu ve İlkbahar başları ikinci dereceden riskli devreleri oluşturmaktadır. Ancak son zamanlarda, kirlenici konsantrasyonları hızla düşmüş ve dönemler arası dağılım, önceliklere göre daha dengeli bir durum kazanmıştır. Türkiye havzalarında kirlenici konsantrasyonlarında görülen düşüşler, doğalgaz kullanımına sıkı sıkıya bağlı gözükmektedir. Doğalgaz Türkiye'de 1980'li yılların sonlarına doğru konutların ısıtılmasında ve enerji sektöründe kullanılmaya başlanmıştır. 1990 yılına kadar konut sektöründe önemli bir kullanım payı olmamakla birlikte, takip eden yıllarda sıçrama şeklinde artışlar göstermiştir. Konut sektöründe, 1988 yılında önemli bir miktardan söz edilmezken, 1995'de 1,014 milyar m^3 , 2000'de 14,822 milyar m^3 , 2016'da 46,395 milyar m^3 'e ve 2017'de 51,898 milyar m^3 'e yükselmiştir. Isınmada doğalgaza geçen kentlerde, kirlilik göstergeleri de hızla düşmeye başlamıştır.

Tablo 6: Havzalara Göre Partiküler Madde ve Kükürt Dioksitin Maksimum Konsantrasyonları ve Limit Değerleri Aşan Günler Sayısı (2017-2018)

HAVZA ADI	ŞEHİR ADI	2017		2018			
		PM Max (µg/m ³)	SO ₂ Max (µg/m ³)	PM Max (µg/m ³)	PM Limit Değeri Aşan Gün Sayısı	SO ₂ Max (µg/m ³)	SO ₂ Limit Değeri Aşan Gün Sayısı
MARMARA HAVZASI	İstanbul	245	33	189	261	25	
	Kocaeli	193	67	161	240	41	
	Tekirdağ	149	253	101	58	168	5
	Yalova	167	17	197	102	16	
	Çanakkale	101	41	148	60	14	
MERİÇ ERGENE HAVZASI	Edirne	130	165	118	99	121	
	Kırklareli	154	142	149	186	87	
SUSURLUK HAVZASI	Bursa	292	49	288	346	30	
	Balıkesir	240	60	228	93	74	
SAKARYA HAVZASI	Ankara	210	36	248	155	76	
	Bilecik	92	50	263	100	32	
	Eskişehir	-	-	-	-	-	-
	Sakarya	190	108	168	213	44	
	Kütahya	196	96	346	247	115	
GEDİZ HAVZASI	Manisa	186	53	322	358	48	
KÜÇÜK MENDERES HAVZASI	İzmir	141	17	190	139	62	
BÜYÜK MENDERES HAVZASI	Aydın	99	59	166	79	48	
	Denizli	249	129	194	316	71	
	Uşak	-	-	-	-	-	-
BURDUR HAVZASI	Burdur	297	66	345	222	75	
AKARÇAY HAVZASI	Afyonkarahisar	378	173	310	204	125	1
ANTALYA HAVZASI	Antalya	61	5	178	115	22	
	Isparta	204	59	366	191	75	
DOĞU AKDENİZ HAVZASI	İçel	509	19	360	337	21	
SEYHAN HAVZASI	Adana	379	10	208	356	17	
CEYHAN HAVZASI	Osmaniye	389	82	266	228	84	
	Kahramanmaraş	550	167	302	157	165	2
KONYA KAPALI HAVZASI	Konya	517	336	373	168	108	
	Karaman	291	101	160	46	124	
	Niğde	421	30	465	297	13	
	Aksaray	190	40	124	59	42	
KIZILIRMAK HAVZASI	Kastamonu	133	12	170	178	15	
	Kırıkkale	74	205	88	13	51	
	Çankırı	159	30	164	69	117	
	Yozgat	94	124	207	96	146	2
	Kırşehir	96	131	177	32	84	
	Kayseri	352	30	255	209	44	
	Nevşehir	142	94	212	81	67	
	Sivas	251	123	772	180	57	

BATI KARADENİZ HAVZASI	Bolu	148	68	122	77	48	6
	Düzce	295	45	274	110	34	
	Karabük	162	216	183	79	459	
	Zonguldak	152	130	257	214	86	
	Bartın	153	49	179	110	42	
	Sinop	134	118	102	73	106	
YEŞİLIRMAK HAVZASI	Samsun	326	156	170	156	41	
	Amasya	250	106	240	303	112	
	Çorum	215	74	365	156	64	
	Tokat	373	42	272	65	34	
DOĞU KARADENİZ HAVZASI	Ordu	164	162	164	126	44	
	Giresun	188	34	205	115	30	
	Trabzon	262	107	167	111	71	
	Rize	132	15	121	27	8	
	Gümüşhane	201	35	201	69	20	
ÇORUH HAVZASI	Artvin	141	37	102	3	55	
	Bayburt	221	20	215	109	26	
ARAS HAVZASI	Ardahan	113	76	11	16	70	
	Kars	312	88	154	130	57	
	Iğdır	338	60	382	330	78	
VAN GÖLÜ HAVZASI	Van	119	69	127	107	63	
FIRAT DİCLE HAVZASI	Ağrı	341	175	171	195	51	
	Erzurum	315	108	186	137	86	
	Bingöl	218	34	260	102	26	
	Muş	270	128	194	203	80	
	Tunceli	133	93	79	6	84	
	Erzincan	337	57	491	269	36	
	Elazığ	323	25	216	151	34	
	Malatya	299	34	417	165	25	
	Adıyaman	551	26	216	120	98	
	Gaziantep	538	38	269	97	32	
	Kilis	370	62	468	85	21	
	Şanlıurfa	579	143	255	200	310	
	Bitlis	154	230	182	29	260	
	Hakkari	252	222	94	22	331	
	Siirt	223	126	471	184	65	
	Batman	247	51	319	130	30	
	Diyarbakır	273	72	259	69	58	
	Şırnak	-	-	-	-	-	
	Mardin	600	57	648	140	46	
ASİ HAVZASI	Hatay	281	68	114	31	72	
BATI AKDENİZ HAVZASI	Muğla	191	179	223	276	118	

Kaynak: <http://laboratuvar.cevre.gov.tr/Default.ltr.aspx> (- very yok)

5. SONUÇLAR

Türkiye havzalarının büyük bir bölümünde, 1990 - 2018 yılları arasında, özellikle soğuk dönemde, kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonları açısından, zaman zaman problem yaşanmıştır. Özellikle 1990-1991 yılları soğuk döneminde, kirleticilere ait ortalama, maksimum ve limit değerler, havzalarda çok yüksek seviyelere ulaşmıştır. Ancak, evsel yakıtlardan kaynaklanan partiküler madde kirliliği, kükürt dioksit kirliliği kadar yükselmemiştir. 1995-1996 soğuk döneminden itibaren, havzalarda her iki kirletici konsantrasyonlarında genel bir düşüş eğilimi gözlenmektedir. Bu düşüş 2000’li yıllarda da devam etmekle beraber, 2007 ‘den sonra partiküler maddede yeniden bir artış dikkat çekmektedir. Her ne kadar kirletici konsantrasyonlarında, zamanla düşüş sağlanmış olsa da Avrupa Birliği limit değerlerine göre havzalarımızın bir kısmının hava kalitesi istenen düzeyde değildir.

Türkiye havzalarında görülen hava kirliliği, daha çok evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlara, endüstriyel emisyonlara ve motorlu taşıtlara bağlı gözükmektedir. Hava kalitesinin kontrolü için yakıt kullanımı ve kalitesine müdahale edilmesi (evsel ve endüstriyel alanlarda), endüstriyel emisyonların azaltılması, trafik kökenli kirleticilerin kontrolünün sağlanması, enerji politikalarının gözden geçirilmesi, doğal ortam koşullarına uygun yerleşim planlarının yapılması, havza ekosisteminin korunması ve kentsel yeşil alanların oluşturulması, hava kirleticilerine ait veri tabanının geliştirilmesi gibi önlemler önem taşımaktadır. Türkiye’de, sanayi, ulaştırma sektörü ve ısınma amaçlı enerji kullanımında, verimliliğin göreceli olarak düşük olması, enerji kaynaklarının daha fazla tüketilmesine ve daha yüksek kirlilik düzeylerine neden olmaktadır. Bu durum, her alanda enerjinin verimli kullanımına yönelik programların kapsamlı şekilde uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Sanayi ve konut alanlarında kullanılan yakıtlarda alınan önlemler, kentsel hava kalitesinde düzelme sağlarken, motorlu taşıt kaynaklı hava kirliliği, özellikle nüfus yoğunluğunun fazla olduğu kentlerde, sorun olmaya devam etmektedir. Bu nedenle, motorlu kara taşıtlarının emisyon ölçüm sonuçlarının sınır değeri aşmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca kirlilik konsantrasyonlarının yüksek olduğu zamanlarda tek – çift plaka sistemi uygulanarak, trafiğe çıkan araç sayısı azaltılmalıdır. Aynı şekilde, özellikle büyük kentlerde trafik akışının sağlanması için mevcut ulaşım sistemlerinin iyileştirilmesi ve toplu taşımacılığın geliştirilmesi gerekmektedir.

Ancak daha önemlisi, Türkiye hava kalitesinin kontrolü, bir havza içerisindeki bütün doğal kaynaklarla birlikte havza yönetimi kapsamında sağlanmalıdır. Çünkü, havza ölçeğinde hava kalitesinin değerlendirilmesi; kirletici kaynaklarının modellenmesi ve bütüncül havza yönetimi açısından gereklidir. Ayrıca, ortam hava kalitesi, özellikle kentsel yoğunluğun ve sanayi kümelenmesinin yüksek olduğu havzalarda, gerek insan sağlığı ve gerekse bütünüyle ekosistem üzerinde etkilidir. Dolayısıyla hava kirliliğinden insan sağlığı kadar bütünüyle ekosistemin flora, fauna, toprak, su gibi ana unsurları da zarar görmektedir. Havza atmosferinin, akvatik ve karasal ekosistemlerle olan etkileşiminin saptanması, kirlenme ve bozulma üzerindeki tesirlerinin belirlenmesi gibi gerekli çalışmalar, sürdürülebilir havza yönetiminde yer almalıdır. Bu nedenle, Türkiye’de havza tabanlı planlamalarla, doğal kaynak olarak su toprak, biyo-çeşitlilik gibi atmosfer kalitesi de korunmalıdır. Bunun için kirleticilerin yoğunlaştığı havzalara ve her havza içerisinde dikkat çeken bölgelere işaret eden çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Sonuç olarak Türkiye’de temiz hava ve sürdürülebilir havza kullanımına ulaşmak için havza tabanlı kirlilik giderme ve ekosistem koruma stratejilerinin belirlenip uygulanması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Atalık, G. (1989) Bölge Planlamasına Giriş. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası.
- Erinç, S. (1959) Bölge Planı Nasıl Yapılır. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 5 (10), 36-51.
- Erinç, S. (1984) Ortam Ekolojisi ve Degredasyonel Ekosistem Değişiklikleri. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- Garipağaoğlu, N. (2002) Türkiye’de Hava Kirliliği ve Coğrafi Esasları, İstanbul: Arya Matbaacılık Yayıncılık Ltd.
- Garipağaoğlu, N. (2005) Türkiye’nin Hava Kalitesinin Belirlenmesinde Yanma Süresi ve Yakıt Kalitesinin Önemi. Türk Dünyası Araştırmaları Dergisi, 158, 11-26.
- Garipağaoğlu, N. (2008) Türkiye Şehirlerinin Hava Kalitesinin Zamanla Değişimine Bağlı Bir Sınıflandırma. 5.Ulusal Coğrafya Sempozyumunda sunulan bildiri, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Garipağaoğlu, N., (2012), Havza Planlamalarında Coğrafyanın Rolü ve Türkiye’de Havza Planlamacılığı. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16 (2), 303-336.
- Garipağaoğlu, N., (2015) Türkiye Ortam Sorunları Coğrafyası. (2.basım). İstanbul:Yeditepe Yayınevi.
- Garipağaoğlu, N., (2017) Bölge Planlama ve Türkiye’de Mekansal Planlama Yaklaşımları. İstanbul: Yeditepe Yayınevi.
- Girgin, E., (2008) Bütüncül Havza Planlaması ve Yönetiminin Hukuki Temele Dayandırılması, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildirileri, s. 377-388, Ankara.
- İzmir, R., (1992) Coğrafya Terimleri Sözlüğü. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Kırımhan, S., (2006) Hava Kirliliği ve Kontrolü. Ankara: Turhan Kitabevi.
- Karpuzcu, M., (1994) Çevre Kirlenmesi Ve Kontrolü. İstanbul: Kubbealtı Neşriyatı.
- Tekeli, İ., (1972) Bölge Planlama Üzerine. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Yayınları.
- TÜİK 1990-2011 Hava İstatistikleri, Ankara <https://biruni.tuik.gov.tr/cevredagitimapp/hava.zul> (Erişim tarihi: 3-4-2008, 10-3-2010).
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2012-2018, Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı. <http://laboratuvar.cevre.gov.tr/Default.ltr.aspx> (Erişim tarihi: 05-03-2019).
- T.C. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Hava Kalitesi Değerlendirme Ve Yönetimi Yönetmeliği. <https://cygm.csb.gov.tr/yonetmelikler-i-440>