

Bölüm 3

Kirleticiler



Doğal Kirleticiler

Serhan Olcay

Hava kirletici kaynakları, doğal ve antropojenik (insan faaliyetleri sonucu meydana gelen) olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal kirletici kaynakların en önemlileri volkanlar, okyanuslar, yangınlar ve toz fırtınalarıdır. Doğal kaynaklardan ortaya çıkan kirleticiler arasından Partikül Madde (PM) hava kirliliğine katkı sunma ve iklim değişikliği açısından en etkili ve önemli olanıdır.

Tarihsel sürece bakıldığında 4,54 milyar yaşında olan Dünya’ımızda 3,5 milyar yıldır var olan yaşam çeşitliliği son 540 milyon yıl içinde doğal sebeplerle (antropojenik etki olmadan) 5 kez kitlesel yok oluşla yüz yüze gelmiştir. (1,2) (Tablo 1). İklim değişikliği, küresel ısınma ve soğuma gibi nedenlerle jeolojik olarak kısa bir aralıkta türlerin dörtte üçünden fazlası yok olmuştur. Fakat biyologlar daha önce doğal yollarla milyonlarca yıl içinde gelişen yok oluşlardan farklı olarak son birkaç yüzyıl (antroposen çağ) ve bin yılda bilinen tür kayıpları göz önüne alındığında, altıncı bir kitlesel yok oluşun yolda olabileceğini öne sürüyorlar (2).

Hava kirliliğine katkı sunma ve iklim değişikliği yapabilme potansiyeli olan kirleticilerin doğal kaynaklarını başlıklar hâlinde incelediğimizde:

VOLKANLAR

Volkanlar esas olarak tektonik levha kenarlarıyla ilişkilidir. Tarihteki yıkıcı patlamaların çoğu, kıta kenarlarında veya bir tektonik levhanın kenarının diğerinin altına düştüğü ada yaylarında meydana gelmiştir. Bazı volkanlar ise tektonik plakalarla değil, Dünya’nın mantosunda meydana gelen daha derin oturmuş konvektif (daha yoğun bir akışkan içinde daha az yoğun olan akışkanın artması) süreçlerle ilgilidir. Bu sözde “sıcak noktalar” hem okyanus hem de kıta bölgelerinde bulunur. Volkanik aktivite genel olarak ya coşkulu (Kilauea, Hawaii’de rutin olarak gözlemlendiği gibi, baskın olarak sessiz lav emisyonu) ya da patlayıcı (1991’de Pinatubo) olarak tanımlanabilir. Patlama stili üzerindeki temel etkiler, magmada bulunan uçucuların miktarı ve davra-

Tablo 1. 'Büyük Beş' kitlesel yok oluş (2)

Olay	Olası Nedenler
Ordovician olayı: 443 milyon yıl önce sona erdi; 1,9 ila 3,3 milyon yıl içinde cinslerin %57'si, türlerin tahmini %86'sı yok oldu.	Değişen buzul ve buzullar arası dönemlerin başlangıcı; tekrarlanan deniz yükselme ve çekilmeleri. Atmosferik ve okyanus kimyasını etkileyen Apalaş dağlarının yükselmesi ve ayrışması. CO ₂ sekestrasyonu.
Devonian olayı: 359 milyon yıl önce sona erdi; 2 ila 29 milyon yıl içinde cinslerin %35'i, türlerin tahmini %75'i yok oldu.	Küresel soğuma (ardından küresel ısınma), muhtemelen kara bitkilerinin çeşitlenmesine, buna bağlı hava koşulları, pedogenesis ve küresel CO ₂ 'nin azalmasına bağlı. Yaygın derin su anoksisi ve denizde yükselmelerle anoksik suların yayılması. Bolide etkisinin (dünyaya çarpan dev astroid) zamanlaması ve önemi hâlâ tartışılmaktadır.
Permian olayı: 251 milyon yıl önce sona erdi; 160 bin ila 2,8 milyon yıl arasında cinslerin %56'sı, türlerin tahminen %96'sı yok oldu.	Sibirya volkanizması. Küresel ısınma. Derin deniz anoksik sularının yayılması. Hem deniz hem de karasal alanlarda yüksek H ₂ S ve CO ₂ konsantrasyonları. Okyanus asitlenmesi. Bolide etkisinin kanıtı hâlâ tartışılıyor.
Triassic olayı: 200 milyon yıl önce sona erdi; 600 bin ila 8,3 milyon yıl arasında cinslerin %47'si, türlerin tahminen %80'i yok oldu.	Orta Atlantik Magmatik faaliyetinin, küresel sıcaklıkları artıran ve dünya okyanuslarında kalsifikasyon krizine yol açan atmosferik CO ₂ seviyelerini yükselttiği düşünüldü.
Cretaceous olayı: 65 milyon yıl önce sona erdi; 2,5 milyon ile bir yıldan az bir süre içinde cinslerin %40'ı, türlerin tahmini %76'sı yok oldu.	Yucatan'daki bir Bolide etkisinin küresel bir felakete yol açtığı ve hızlı soğumaya neden olduğu düşünülüyor. Etkiden önce, biyota çeşitli nedenlere bağlı olarak azalıyor olabilir: Küresel ısınmayla eş zamanlı Deccan volkanizması; biyocoğrafyayı değiştiren ve erozyonu hızlandıran, potansiyel olarak okyanus ötrofikasyonuna ve anoksik ataklara katkıda bulunan tektonik yükselme. Yokoluştan hemen önce CO ₂ de yükselme, yok olma sırasında düşme.

nıdır. Çok genel bir ifadeyle, daha sıcak, daha az viskoz magmalar (örneğin bazalt), gazın daha verimli bir şekilde ayrılmasını sağlayarak patlamaların şiddetini sınırlarken, daha soğuk, viskoz magmalar (örneğin andezit, dasit, riyolit) püskürme sırasında şiddetli bir şekilde parçalanmaya eğilimlidir (3).

Volkanlar ve patlamaları, diğer herhangi bir doğal afetten muhtemelen daha çeşitli sağlık etkilerine neden olabilir. Dünya çapında en az 500 milyon insan, kayıtlı tarih boyunca aktif olan bir volkanın potansiyel maruz kalma aralığında yaşıyor. Birçok volkanik ve jeotermal bölge yoğun nüfusludur ve birçoğu büyük şehirlere yakındır ve yerel nüfusu tehdit eder. Volkanik aktivite, gazların ve küllerin havada dağılmasının bir sonucu olarak yüzlerce veya binlerce kilometre uzaktaki alanları ve hatta iklim üzerindeki etkiler nedeniyle yarı küreden küresel ölçeğe kadar etkileyebilir (3). Volkanik duman kirleticileri çoğunlukla şunları içerir: kükürt dioksit, karbon disülfid, hidrojen klorür, metan, hidrojen florid, hidrojen bromür, ağır metaller (civa, kurşun, altın), radon (uranyumun bozunma ürünü soygaz). Volkanik patlamalar havaya çok miktarda kükürt dioksit (SO_2) ve kül yayar. Volkanik emisyonların gücü ve varyasyonlarının tahmin edilmesindeki belirsizlikler nedeniyle hava kalitesi ve ekosistem üzerine etkilerini ölçmek zordur. Mayıs-Temmuz 2018 arasında Hawaii'nin Büyük Adası'ndaki Kilauea Volkanı'nın sürekli patlaması sırasında hem yerden hem de uzaydan önemli SO_2 ve $PM_{2.5}$ artışları gözlemlendi. Kilauea'nın Doğu Yarık bölgesi ve Zirvesi'nden volkanik SO_2 emisyon oranlarının 15.000 mol/s'de zirve yaptığı, volkanik patlamanın Büyük Ada'nın güneydoğu kesiminde $PM_{2.5}$ konsantrasyonunu 30-40 $\mu g/m^3$ yükselttiği ve tepe değerlerinin 300 $\mu g/m^3$ 'e kadar çıktığı tespit edildi (4). Etna yanardağı patlamaları sırasında EARLINET projesi çerçevesinde yapılan ölçümlerde aerosol tabakasının yüksekliklerinin 1 ila 6 km arasında değiştiği tespit edildi (5).

Belirli iklim koşulları ve topografik etkilerle volkanik gaz ve ağır metallerin oluşturduğu hava kirliliği sayesinde viral partiküllerin havada asılı kalma süresinin artabileceği ve bu sebeple Sicilya'da (Etna dağının doğu kanadında) doğudan güneye doğru daha yüksek bir COVID-19 prevalansı görüldüğü hipotezi öne sürüldü (6).

OKYANUSLAR

Okyanuslar Dünya' daki suyunun %97'sini içerir, Dünya yüzeyinin yaklaşık %70,9'unu kaplar (361,9 milyon kilometrekare) (7). Okyanuslar ve denizler üzerinde yüzey rüzgârları ile oluşan tuz spreyleri şeklindeki sodyum klorür, buharlaşma ve rüzgârlarla atmosfere yayılır. Su buharı ve eser gazların önemli bir kısmı da okyanus ve denizlerden buharlaşma yolu ile atmosfere yayılır.

Havadaki su buharının yaşam ve iklimler üzerinde çok önemli etkileri vardır. Okyanuslar ayrıca dünyadaki en büyük partikül (suda çözünmeyen) veya çözünmüş halde organik karbon rezervuarlarından birini oluşturur (8). Kışın düşük biyolojik aktivite nedeniyle, deniz spreyinde baskın olan inorganik deniz tuzu bileşeni (%90-100) iken, yazın yüksek biyolojik aktivite nedeniyle baskın olan partikül organik karbondur (%60-90) (9).

Okyanuslar doğal kirleticiler arasında sayılsa da anakaradan rüzgarlarla taşınan kirli havanın temizlenmesine de yardımcı olur. Deniz üzerindeki hava kirliliğini temizlemek için en iyi koşullar, derin bulutlar ve çok fazla deniz spreyi oluşturan yüksek yüzey rüzgârlardır. Deniz spreyi; bulutları denizin üzerine “tohumlar”, bulut damla sayısı konsantrasyonunu azaltır ve boyutlarını artırarak yağışın artmasına neden olur. Okyanuslar tuzlu olmasaydı, hava kirliliği alt troposferde çok daha uzun süre kalacak ve okyanusların çok daha geniş bölgelerine yayılacaktı. Varsayımsal tuzsuz bir okyanus üzerinde kirli havada önemli miktarda yağışı başlatmak için bulutların dikey olarak yaklaşık 5 km büyümesi gerekir. Bu yükseklik, yükseltilmiş subtropikal inversiyon altında bile, yaygın konvektif bulutların tepelerinin oldukça üzerindedir. Bu nedenle, bu tür daha derin bulutlar, okyanusların çok daha küçük alanlarını kaplar ve yağışsız ve yağışlı bulutlar arasındaki farkı yaratmada deniz spreyi önemli bir rol oynar. Nihai olarak, deniz spreyi, bulut damlacıklarını çekirdekletiren kirlilik parçacıklarından atmosferi temizler (10).

YANGINLAR

Orman yangınları kirleticilerin doğal kaynaklarından biri olarak sayılsa da orman yangınlarının çoğu insan kaynaklı oluşmaktadır. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre 2011-2020 yıllarını kapsayan istatistiklere bakıldığında yangınların sadece yüzde 11'inin doğal sebeplerden çıktığı geriye kalan yüzde 89'u ise insan kaynaklı olduğu görülmektedir (11).

Orman yangınlarıyla ilgili yapılan birçok araştırma, iklim değişikliğinin ve artan sıcaklıkların etkisine dikkat çekerek yangın ve iklim arasındaki ilişkiyi ele almıştır. İklim değişikliğiyle birlikte artan atmosferik kararsızlık, sıcaklığın yükselmesi, kuraklığın artması, sürekli olan sıcaklık dalgaları gibi meteorolojik ve iklimsel koşullar yangınların sayısında ciddi artışlara neden olmuştur, ancak yangının başlaması için iklim koşulları yeterli değildir. Yangın havadaki oksijen, sıcaklık ve yakıt olarak adlandırılan orman tabanında bulunan otsu veya ince yanıcı materyallerin belli bir oranda bir araya gelerek yanma reaksiyonu vermesi ile başlamaktadır. Bu üç unsur yangın üçgeni olarak adlandırılır. Akdeniz havzasında Haziran – Eylül ayları arası dönem yangın sezonu

olarak adlandırılır. Akdeniz ikliminin görüldüğü bölgelerde iklim değişikliği ile birlikte sıcaklığın ve kuraklığın arttığı ve bu sıcaklık ile birlikte orman yangınlarının sayısında bir artış olduğu kaydedilmiştir. Araştırmalar gelecekte çok sıcak iklim koşulları altında, yangın sezonlarının uzayacağını ve orman yangınlarının sayısında ciddi artışlar olacağını göstermektedir (12).

Orman yangınları sonucu oluşan gaz ve partikül emisyonlarının incelendiği bir çalışmada inorganik ve organik ayrışma yapıldığında duman numunelerindeki başlıca organik bileşiklerin asitler, susuz şekerler ve fenol olduğu görüldü. İnce parçacıklar ($PM_{2.5}$), PM_{10} kütlelerinin yaklaşık %90'ını temsil ediyordu. Suda çözünür inorganik iyonlar, $PM_{2.5}$ 'in %3,9'unu ve $PM_{2.5}$ - PM_{10} 'un %2,8'ini temsil ediyordu. Ortalama olarak, toplam potasyumun ($PM_{2.5} + PM_{2.5} - PM_{10}$) %89'u $PM_{2.5}$ partiküllerinde mevcuttu (13).

Büyük orman yangınları sonucu oluşan $PM_{2.5}$ kirliliği yangın alanında ve rüzgârla taşındığı bölgelerde sağlık sorunları yaratabilmektedir. En yakın örnek 2019-2020 Avustralya yangını binlerce kilometre uzaklıktaki Yeni Zellanda'nın hava kalitesini olumsuz yönde etkiledi. Temmuz ve Ağustos 2012'de ise kurak hava ve rekor kıran sıcaklıkların kombinasyonu, Kuzey Asya'da alışılmadık derecede şiddetli bir orman yangını mevsimine yol açtı. Uydu gözlemlerine göre bu yangınlardan çıkan dumanın bir kısmının, Britanya Kolumbiyası'ndaki (Kanada) hava kalitesini olumsuz etkilemeye yetecek miktarlarda Pasifik üzerinden Kuzey Amerika'ya taşındığını gösterdi. Bu aylarda, Britanya Kolumbiyası'nın aşağı Fraser Vadisi'ndeki ölçümlerde, birkaç gün $PM_{2.5}$ konsantrasyonlarında önemli bir artış olduğu ve 2012'deki en yüksek yirmi günlük ortalama $PM_{2.5}$ konsantrasyonunun dokuzunun bu günlerde tespit edildiği görüldü (14).

Orman yangınlarından kaynaklanan PM'deki artışın, İspanya'da göreceli ölüm riskinde önemli bir artışla bağlantılı olduğu gösterildi (15). San Diego Orman yangınında $PM_{2.5}$ seviyesi artışı ile astım, diğer solunum yolları hastalıkları, göz tahrişi ve duman inhalasyonu için acil servis ziyaretlerindeki önemli artış arasında doğrudan bir korelasyon olduğu gösterildi (16).

Orman yangınlarının, iklim değişikliği ile birlikte giderek daha önemli bir $PM_{2.5}$ kaynağı olması beklenmektedir. Araçlardan veya enerji santrallerinden gelen diğer $PM_{2.5}$ kaynakları düzenlenebilirken, orman yangınları gibi olaylardan kaynaklanan $PM_{2.5}$ tam olarak kontrol edilemez. Bu nedenle, orman yangınlarından kaynaklanan $PM_{2.5}$ yalnızca akut maruziyet sağlamakla kalmaz, aynı zamanda nüfusun iklim değişikliği altında kronik maruziyetinde önemli bir rol oynar. Gelecekteki politika oluşturma ve orman yangını yönetimi, orman yangınlarından kaynaklanan hava kirliliğinin hem akut hem de kronik etkilerini dikkate alınarak yapılmalıdır (17).

TOZ FIRTINALARI



Toz fırtınaları genellikle çöl kaynaklı gerçekleşmektedir, 2020 yılında Ankara Polatlı' da gerçekleşen kum fırtınası Türkiye'deki çölleşme gerçeğini bir kez daha gözler önüne serdi. Orta Doğu ve Kuzey Afrika (MENA) bölgesindeki çöl alanları (yaklaşık 1.6 milyon km²) yüksek toz emisyonlarına katkıda bulunur ve küresel çevreyi etkiler. Maksimum toz emisyon faaliyetleri, Kuzey Afrika'da kış-ilkbahar mevsimlerinde ve Orta Doğu'da yaz mevsiminde gözlenmektedir. Çad havzasının, dünyanın en tozlu bölgesi olduğu tespit edilmiştir (18). İlkbaharda, Moğolistan ve Çin çöllerinden çıkan toz fırtınaları Kore, Tayvan gibi Doğu Asya ülkelerine doğru yol alır. Bu olaylar Asya Toz Fırtınası (ADS) olayları olarak bilinir. Tayvan, Taipei de ADS' den 1 gün sonra solunum yolu hastalığı riskinde %7,66, dolaşım hastalıkları için %2,59, toplam ölümlerde ise %4,92 oranında istatistiksel anlamlı olmayan artış tespit edilmiştir (19). Kore Seul'de 110 okul çocuğu üzerinde yapılan bir araştırmada ADS'den sonra PM_{2.5} ve PM₁₀ düzeyi artışı ve astımlı çocuklarda pulmoner fonksiyon kaybı tespit edildi (20). Hong Kong'da yapılan bir çalışmada toz fırtınası olayından 2 gün sonra KOAH nedeniyle acil hastaneye başvuruda önemli artışlar saptandı. 2 günlük gecikme için PM₁₀'un bağıl riski 10 mg/m³ başına 1.05 (%95 GA: 1.01–1.09) idi (21). Taipei de yapılan bir çalışmada ise ADS olay günlerinin ve ADS sonrası 1 ila 4. günlerin, ADS olmayan günlere göre önemli ölçüde daha yüksek ortalama pnömoni başvuru sayısına sahip olduğu görülmüştür (22).

Doğal kirleticiler her ne kadar hava kirliliğine ve iklim değişikliğine sebep olsa da; doğa bu etkileri bertaraf etme potansiyeline sahiptir.

18. I. Gherboudj et al. Identifying natural dust source regions over the Middle-East and North-Africa: Estimation of dust emission potential Earth-Science Reviews 165 (2017) 342–355
19. Y.-S. Chen et al. Effects of Asian dust storm events on daily mortality in Taipei, Taiwan Environmental Research 95 (2004) 151–155
20. Y.-C. Hong et al. Asian Dust Storm and pulmonary function of school children in Seoul Science of the Total Environment 408 (2010) 754–759
21. Tam WS et al. Effect of dust storm events on daily emergency admissions for respiratory diseasesresp_2056 Respiriology (2012) 17, 143–148
22. Kang et al. Asian Dust Storm Events are Associated With an Acute Increase in Pneumonia Hospitalization AEP Vol. 22, No. 4 April 2012: 257–263

Antropojenik Hava Kirliliği

Coşkun Bakar

*“Bulutları devşiren Zeus kızıp dedi:
“Ah İapetos oğlu, bilmişlerin en bilmişini seni,
Sinsi kurnazlığında inat ediyorsun demek, dostum.”
Böyle konuştu öfkeyle, hiç yanılmayan Zeus,
Ve o günden sonra, unutmayıp oyunu
Kayın ağaçlarının üstüne salmaz oldu
Dünyalılardan işine yarayan ateşini.
Ama İapetos’un yaman oğlu bir oyun daha etti:
Bir kamışın içinde kaçırdı
Coşkun ateşin pırıl pırıl kıvılcımını.
Ve bulutlarda gümbürdeyen Zeus
En derin yerinden yaralandı ve kızdı
Görünce ölümlü insanların arasında
Ateşin ısı ısı ısı yandığını...”*

Kaynak: Hesiodos. Theogonia & İşler ve Günler. (Çev: Azra Erhat – Sabahattin Eyübođlu). Hasan Âli Yücel Klasikler Dizisi. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. İstanbul, 2018:24-25.

Hesiodos anlatır, Tanrıların Doğuşu isimli eserinde; İapetos ile Klymene'nin oğlu Prometheus'un yüce Tanrı Zeus'un elinden ateşi çalması'nın öyküsünü. Aslında hikâye çok gerilerden başlar. Zeus, Titanlardan olma Prometheus ve kardeşlerine türlü belalar yüklemiştir. Prometheus'la özellikle ilgilenmektedir. Kardeşlerin başına gelen felaketlerin sebebi ise akıllarıdır. Sadece Zeus'a ait olması gereken akılları sayesinde oyun yapma ve geleceği öngörme becerisine sahiptirler. Zeus'la mücadele eden Prometheus'un amacı yeryüzünde tanrıların değil insanın egemenliğinin olmasıdır. Bunun için de Olympos'tan ateşi çalıp insanlara verecektir.

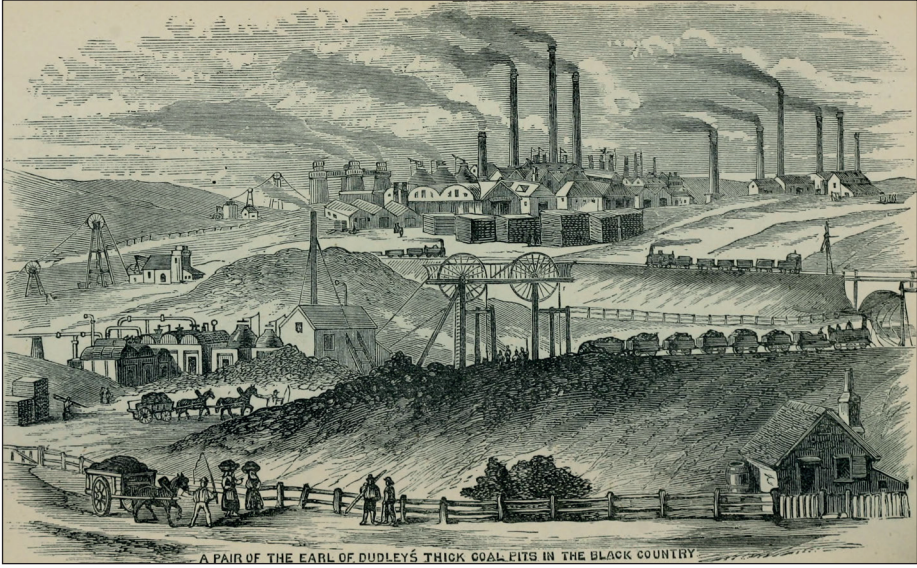
İnsan kaynaklı hava kirliliğinin en önemli belki de tek kaynağı ateşin kullanılmasıdır. Ve yüz binlerce yıldır ateş insanlar tarafından birçok amaçla kullanılmaktadır. Hesiodos'un hikâyesinde, ateşin çalınması nedeniyle öfkelenen Zeus, insanlığa birçok felaketler göndermektedir. Belki de günümüzde bu kitabın yazılması, hava kirliliği nedeniyle her yıl milyonlarca insanın ölmesi, Zeus'un öfkesinin sonucudur. Kim bilir?

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre her yıl milyonlarca insan iç ya da dış ortam hava kirliliği nedeniyle hasta olmakta ve ölmektedir. Doğal kirlilik kaynakları yanında ısınma, motorlu taşıtlar, endüstriyel tesisler, termik santraller, sigara, kalitesiz mutfak yakıtları iç ya da dış ortam hava kirliliğinin insan kaynaklı kirleticileri arasında yer almaktadır.

Dış ya da iç ortam havasının kirlenmesinin nedeni ateştir. Yüzbinlerce yıldır birçok amaçla ateşin bilinçli olarak kullanılmasına rağmen, insan kaynaklı hava kirliliği sorunu sanayi devrimi ve sonrasında gündemimize girebilmiştir.

Hava kirliliğine ait tarihsel kayıtlar 12.yüzyıldan itibaren görünür olmaktadır. Konunun önemsenmemesi, nüfus ve ortaya çıkabilecek emisyon yoğunluğunun sanayi devrimi öncesi gözle görülebilir kirlilik oluşturabilme potansiyelindeki düşüklük bu durumun nedenleri arasında düşünülebilir. Çağatay Güler hocanın Çevre Sağlığı kitabında ilk hava kirliliği kaydı Sherlock Holmes dizisinden 100 yıl öncesinde bildirilmektedir. John Evelyn 1621 yılında hava kirliliği sorunundan bahsetmiştir.

Antropojenik hava kirliliğini endüstriyel gelişmeyle birlikte ele almak gerekmektedir. Bunun birçok belirleyicisi bulunmaktadır. Endüstriyel devrimin yaşandığı 19.yüzyıl öncesine kadar insan nüfusu hep istikrarlı seyretmiştir. Dünya üzerinde Mezopotamya'dan itibaren hep kentler var olmuştur ancak hiçbirisi 19.yüzyıl ve sonrası kentleri kadar kalabalık olmamış ve kirlenmemiştir. Tarih boyunca ateş dar bir bölgeyi etkilemiştir. Buhar makinesiyle birlikte hem daha yüksek hacimlerde yanmaya hem de hareket ederek farklı bölgeleri de etkilemeye başlamıştır. On dokuzuncu yüzyılda düzensiz sana-



İngiltere'de Black Country, 19.yüzyıl (Samuel Griffiths (1873) The Black Country in the 1870s. In Griffiths' Guide to the iron trade of Great Britain.)

Kaynak: Economic History Society. Effects of coal-based air pollution on mortality rates: New evidence from nineteenth century Britain. Erişim adresi: <https://ehs.org.uk/effects-of-coal-based-air-pollution-on-mortality-rates-new-evidence-from-nineteenth-century-britain/> Erişim tarihi: 17.07.2022

yleşmeyle birlikte Almanya'da Ruhr, Belçika'da Limburg, İngiltere'de Black Country gibi bölgeler endüstri dumanı ve atıklarıyla kirlenmişti.

"Endüstriyel üretimdeki artış, bu faaliyetlerin birkaç yerde yoğunlaşması ve birincil enerji kaynağı olarak kömürün çok hızlı bir şekilde gelişmesi, kaçınılmaz olarak çevre kirliliğinde önemli bir artışa yol açmıştı. (19. yüzyılda dünya kömür tüketimi 46 kat ve demir üretimi 60 kat artmıştı.) Britanya'da kömür yakmaya geçiş yapmanın sonuçları, 17. Yüzyılın başlarında çok hızlı bir şekilde gözle görülür hâle geldi. Sheffield'e 1608 gibi erken tarihte gelen ziyaretçiler, "kentteki duman yüzünden kısmen nefes alamayacakları konusunda uyarılıyordu ve 1725'te Newcastle'deki bir yazar, 'havada sürekli asılı bulunan duman bulutları her şeyi Londra'daki kadar iç karartıcı gösteriyor' yorumunu yapıyordu."

Kaynak: Clive Ponting Yeni Bir Bakış Açısıyla Dünya Tarihi (Çev:Eşref Bengi Özbilen). 20.11.3 Çevre Kirliliği. Alfa Tarih. İstanbul, 2015:631-632.

Kitabın bu bölümünün amacı insan kaynaklı (antropojenik) hava kirliliği kaynaklarını açıklamaktır. İçinde bulunduğumuz küre içinde doğal kaynaklı hava kirliliği birçok dönemde önemli sorunlar yaratmış olup bölgesel olarak canlılığı olumsuz etkilemiştir. Bunlar volkanik faaliyetler, doğal orman yangınları gibi olaylardır. Özellikle volkanik faaliyetler korkunç boyutta yıkımlara yol açmıştır. Günümüzde de açmaya devam edecektir.

Öte yandan sanayi devrimiyle birlikte yaşadığımız hava kirliliği ve ilişkili olan iklim sorunlarının temelinde insan tarafından yürütülen faaliyetler yer almaktadır.

"1880'de, Londra'nın iç kesimlerinde 600 bin evin yanı sıra 3,5 milyon şömine bulunuyordu. Londra sisi (veya dumanla karışık sis) giderek nahoş ve sağlık için önemli bir tehdit oldu. Yüzyılın ortasındaki on yıllarda bir yıl içindeki sisli günlerin sayısı üçe katlandı ve ölüm oranları aniden yükseldi. Aralık 1873'te yoğun sis yaklaşık 500 kişinin ölümüne sebep oldu ve Şubat 1880'de üç hafta içinde 2000'den fazla insan öldü. Duman kirliliği daha da kötüleşince bu durum aman vermeden on yıllar boyunca her yıl tekrarladı."

Kaynak: Clive Ponting Yeni Bir Bakış Açısıyla Dünya Tarihi (Çev:Eşref Bengi Özbilen). 20.11.3 Çevre Kirliliği. Alfa Tarih. İstanbul, 2015:632.

Hava kirliliği ile mücadele de bu insan kaynaklı faaliyetler ekseninde yürütülmek durumundadır. Dünyanın doğal yapısından kaynaklanan kirlilik kaynakları için yapılabilecek bir şey bulunmamaktadır. Belki o bölgedeki canlı yaşamın zararının azaltılması için çaba sarf edilebilir o kadar. Öte yandan insan kaynaklı faaliyetleri kontrol altına almak ve kirliliğin yarattığı sonuçlara mahkûm olmamak her zaman olanaklıdır.

"1750 gibi erken bir tarihte Potteries'teki Burslem'de yaşayanların kasabayı kaplayan yoğun duman içinde yollarını yoklayarak buldukları anlatılıyordu. Pittsburg yakınlarında yer alan Monongahela vadisinde atmosfere duman püskürten 14000 uzun fabrika bacası vardı. Atmosferdeki kimyasalların miktarı geniş bir çevrede onun bileşimini bozuyor ve aside çeviriyor, bu da binaları tahrip ediyor ve nehirlerle göller daha da berbat hale geliyordu. Asit yağmuru ilk defa 1850'lerde Manchester'da tanımlanmış ve Robert Smith'in 1872 yılında yayınlanan Acid and Rain (asit ve yağmur) başlıklı kitabında detaylı olarak açıklanmıştı."

(Türkçe kaynakta böyle geçmekle birlikte kitabın ismi **"Air and rain"** yazarı: Robert Angus Smith, tarih:1872)

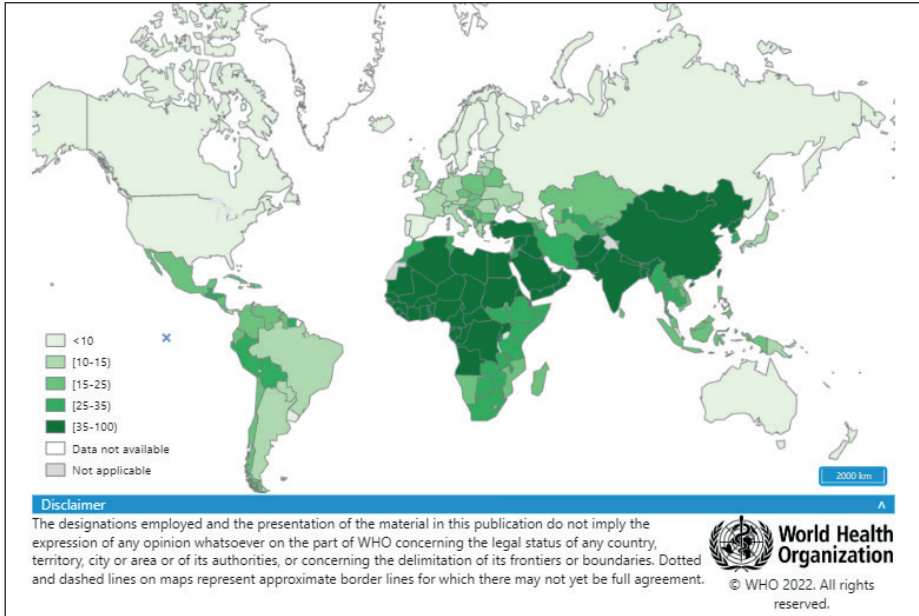
Kaynak: Clive Ponting Yeni Bir Bakış Açısıyla Dünya Tarihi (Çev:Eşref Bengi Özbilen). 20.11.3 Çevre Kirliliği. Alfa Tarih. İstanbul, 2015:632.

İnsan kaynaklı hava kirliliği kaynakları yeterli bir şekilde sorgulandığında bölgesel ve küresel hava kirliliği ve iklim değişikliği ile mücadelenin bu noktada odaklanması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

İnsan kaynaklı hava kirliliği kaynakları iç ortam hava kirliliği ve dış ortam hava kirliliği üzerinden sınıflandırılacaktır.

Dış ortam hava kirliliği son yüzyılda artan kentsel yaşamın en önemli sorunlarından biridir. DSÖ verilerine göre dünya nüfusunun %99'u sınır değerlerin üzerinde hava kirliliği olan bölgelerde yaşamaktadır (Şekil 1). DSÖ verilerine göre bu durum yıllık olarak 4 milyon insanın ölümüne yol açmaktadır. Ayrıca DSÖ dış ortam hava kirliliğini kanserojen listesine almıştır. Dış ortam hava kirliliğinde başlıca kirleticiler, kükürt ve azot oksitler, partiküler madde ile ozon ve karbon monoksittir. Bunlar dışında yanma işlemine özel kirleticiler de atmosfere karışmaktadır.

Dış ortam hava kirliliğinin tarihteki ilk kayda geçen örneklerinden biri 1930'da Belçika Meusa vadisinde yaşanmıştır. Ancak tipik örnekleri Los Angeles ve Londra tipi kirlenme olarak literatüre geçen olaylardır.



Şekil 1. Partiküler madde (PM_{2.5}) konsantrasyonunun küresel olarak dağılımı

Kaynak: World Health Organization. Air Pollution. **Erişim adresi:** <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution/ambient-air-pollution>, **Erişim tarihi:** 19.07.2022

Los Angeles'ta yaşanan olay 1943-45 yılları arasında görülmüş olup gazlara bağlı kirlilik artışıdır. Şehrin coğrafi konumu, trafik yoğunluğu ile bir araya geldiğinde egzoz gazı ve sisin karışımı bir smog olayı yaşanmıştır. Kirliliğin arttığı dönemde hastane başvuruları artmış ve ileri yaşlarda ölümler gözlenmiştir.

Londra tipi kirlenme 1952 yılında yaşanmıştır. Kömür ve petrol yanma ürünlerinin sisle karışmasıyla ortaya çıkmıştır. Smog olarak tanımlanan bu olayda 1952 yılında Londra'da 4000 kişinin öldüğü düşünülmektedir.

Londra, Los Angeles tipi hava kirlilikleri hava kirliliği ile sonuçlarını görebildiğimiz nadir örnekler arasında yer almaktadır. Dünyanın birçok kentsel alanında kirli hava solunmakta, akciğer hastalıkları, kanserler, kardiyovasküler hastalıklara kadar farklı sağlık sorunlarına yol açmaktadır.



1940 lı yılların başlarında Los Angeles'ta yaşanan kirlilikten görüntü

(Early 1940s photo of highway leading into downtown Los Angeles, with smog forming over the city there, showing the tall landmark L.A. City Hall building at center in the distance.)

Kaynak: The Poo History dig. "Smog Conspiracy" Erişim Adresi: <https://pophistorydig.com/topics/tag/chrysler-auto-pollution/> , Erişim tarihi: 19.07.2022



05 Ocak 1948 Los Angeles.

Kaynak: The Poo History dig. "Smog Conspiracy" Erişim Adresi: <https://pophistorydig.com/topics/tag/chrysler-auto-pollution/> , Erişim tarihi: 19.07.2022



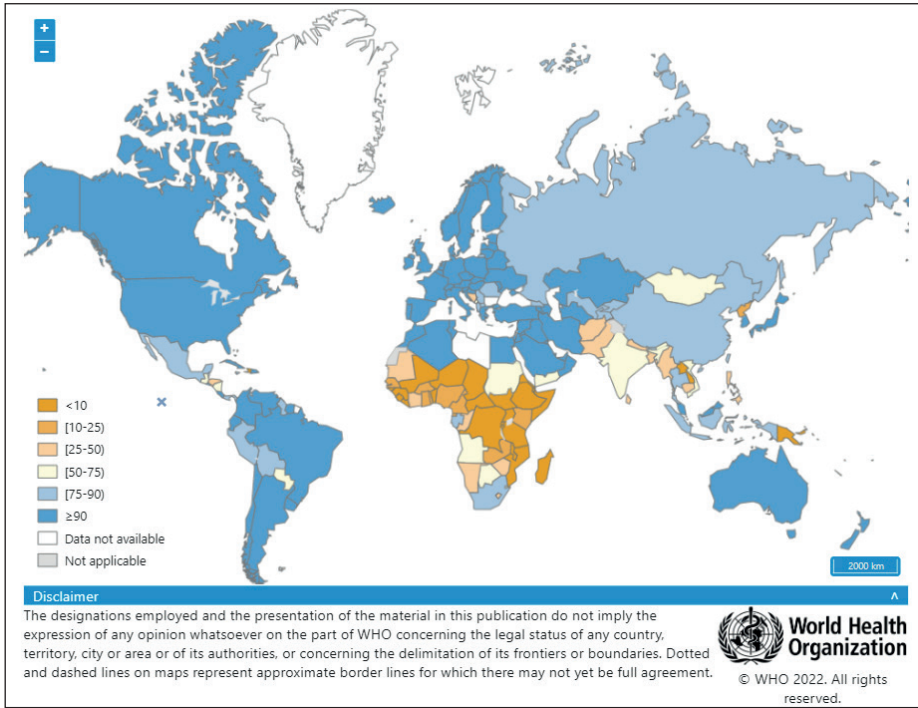
07 Aralık 1952, Londra

(A thick fog shrouded Trafalgar Square in London on Dec. 7, 1952. This heavy smog episode — from coal-burning fireplaces and cooking ranges — left as many as 12,000 dead.Credit...Bettmann Archive/Getty Images)

Kaynak: Sabine Tavernise, Alesson for India in a Fog so thick it could kill a cow. Erişim Adresi: <https://www.nytimes.com/2016/11/11/health/india-air-pollution-health.html>, Erişim tarihi: 19.07.2022

İnsan kaynaklı hava kirliliği nedenleri arasında yer alan sorunlardan bir diğeri de iç ortam hava kirliliğidir. Dünya nüfusunun %40'ı yemek pişirmek ya da ısınmak için katı yakıt kullanmaktadır. Bunların önemli bir kısmı da kalitesiz yakıtlardır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin kırsal yerleşim yerlerinde bulunmaktadır (Şekil 2).

Birçok aile verimsiz yakıtların kullanıldığı açık sobaların olduğu ve havalandırmanın yeterli olmadığı evlerde yaşamakta, çocuklar ve kadınlar bu durumdan özellikle etkilenmektedir. Bu durum evde yaşayan insanlarda solunum yolu hastalıkları, kanserler, kardiyovasküler hastalıklara yol açabilmektedir. Bunun dışında aydınlanma ya da yemek pişirme amacıyla kullanılan gaz yağı da pulmoner tüberküloz artışıyla ilişkilendirilmektedir (Balmes, 2022).



Şekil 2. Temiz yakıtlara ve güvenli pişirme teknolojisine ulaşabilen nüfusun küresel olarak dağılımı

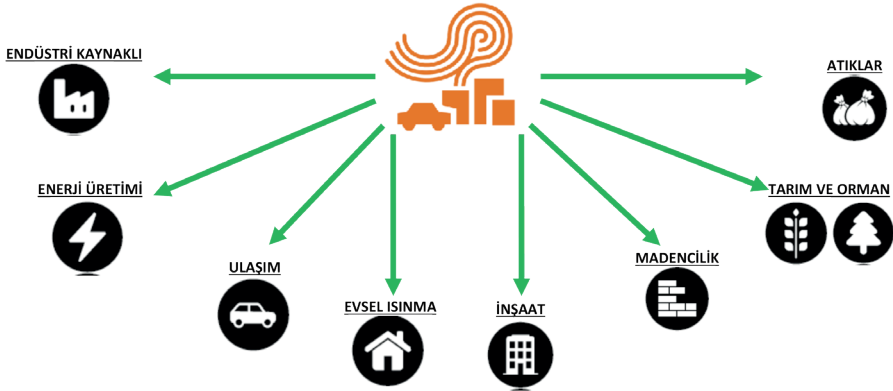
Kaynak: World Health Organization. Air Pollution data portal/household air pollution data. **Erişim adresi:** <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution/household-air-pollution>, **Erişim tarihi:** 19.07.2022

İç ortam hava kirliliği kaynaklarından bir diğeri de sigaradır. Sigara dünya üzerinde en yaygın olan bağımlılık yapıcı maddelerden biridir. Her yıl aktif sigara ve diğer tütün ürünlerinin tüketimi milyonlarca ölüme ve hastalık yüküne yol açmaktadır. Kapalı ortamlarda sigara kullanımı pasif tütün içiciliğine yol açmaktadır. Son yıllarda dünyanın bazı bölgelerinde kapalı ortamda kullanım konusunda yasal düzenlemeler getirilmiştir. Buna rağmen özellikle ev ortamlarındaki maruziyeti izlemek oldukça zordur. DSÖ her yıl yaklaşık 1,2 milyon ölümü ikinci el sigara içiciliği ile ilişkilendirmektedir. Dünya üzerinde yaşayan çocukların yarısı tütün dumanıyla kirlenmiş hava solumakta ve 65000 çocuk pasif içiciliğe bağlı hayatını kaybetmektedir.

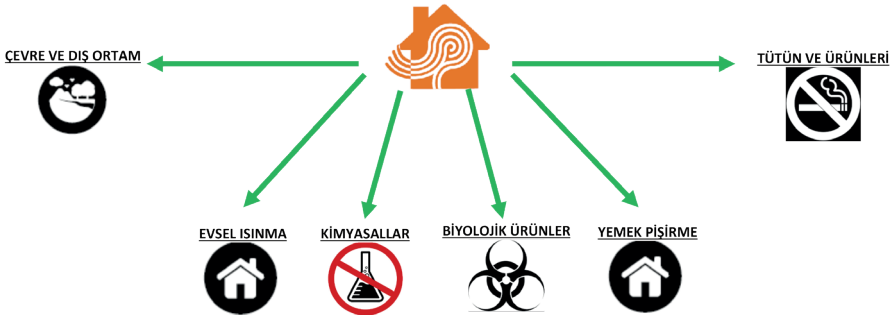
İNSAN KAYNAKLI KİRLETİCİLER

Antropojenik hava kirliliği kaynakları, kirlilik mekânlarına göre ele alınacaktır. Bu mekânlar iç ve dış mekân hava kirliliğidir.

Dış mekân hava kirliliği kaynakları;



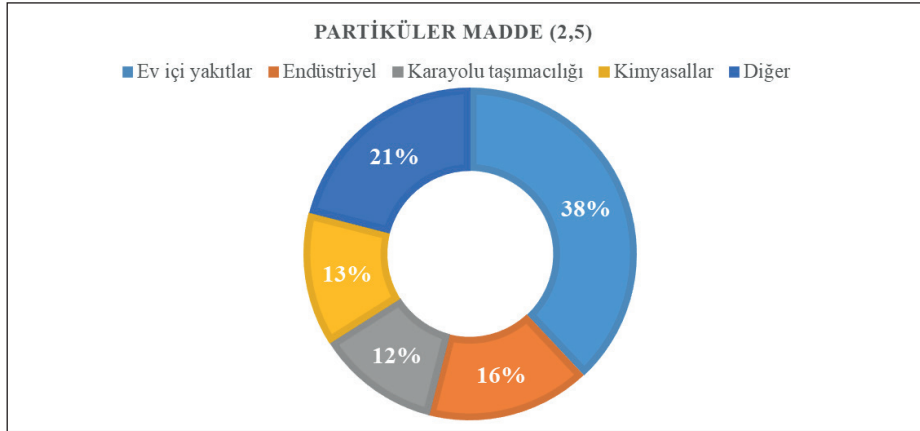
İç mekân hava kirliliği kaynakları;



Dış Mekân Hava Kirliliği Kaynakları

Endüstrileşme ile birlikte kentsel alanlar başta olmak üzere dış ortam hava kirliliği giderek daha fazla insanın hayatını olumsuz olarak etkilemiştir. DSÖ verilerine göre yeryüzündeki nüfusun %99'u hava kirliliği için belirlenen sınır değerlerinin aşıldığı bölgelerde yaşamaya devam etmektedir. DSÖ hava kirliliğinin azaltılması durumunda inme, kalp hastalığı, akciğer kanseri, astım gibi hastalıklara bağlı hastalık yükünün azaltılabileceğini düşünmektedirler. 2016 yılında hava kirliliğine bağlı 4,2 milyon erken ölüm olduğu düşünülmektedir. Bu ölümlerin %91'i düşük ve orta gelirli ülkelerde meydana gelmektedir. Temiz ulaşım, enerji, sanayi ile atık yönetimine yönelik politikalar dış ortam hava kirliliğini azaltacak müdahalelerdir.

Dış ortam toprak, toz, polen ile mantarlara bağlı bazı kirleticilere sahne olur. İnsan faaliyetleri bu kirleticilerin üretilmesini ve yayılmasını kolaylaştırır. Dış ortam kaynakları sabit ya da hareketli olabilir. Sabit kaynaklar arasında enerji üretimi, endüstri, evsel ısınma ve tarım gibi faaliyetler yer alır. Hareketli kaynaklar ise ulaşım (Şekil 3-4). Temel kirleticiler ise kükürt dioksit, azot oksitler ile partiküler maddedir. Özellikle kömüre bağlı elektrik üretim tesislerinin yakınlarında kükürt dioksit'e bağlı sülfürik asit oluşumları gözlenmiştir. Alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasıyla bu sorun azaltılmıştır. Bunun yanında bazı endüstriyel tesislerden uçucu organik bileşiklerin salınması atmosferik ozon oluşumuna katkıda bulunabilmektedir.



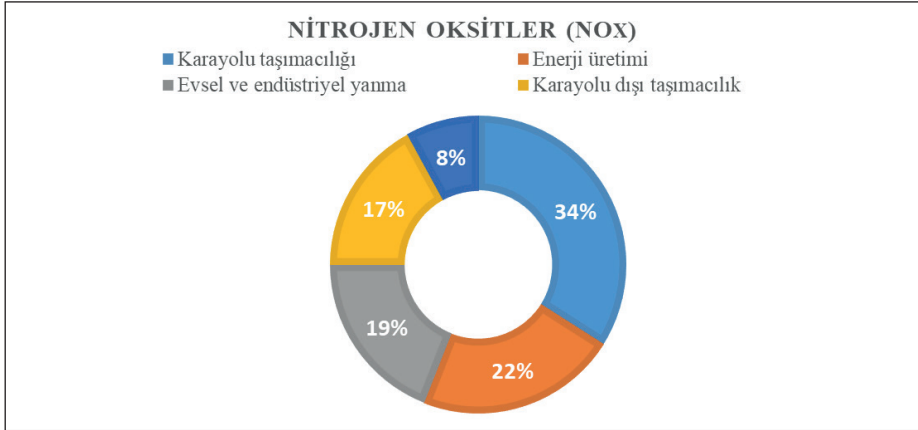
Şekil 3. Birleşik Krallık'ta PM_{2,5} kirliliğinin kaynakları

Kaynak: UK Health Alliance on Climate Change. Air pollution and your health. Erişim adresi: <http://www.ukhealthalliance.org/wp-content/uploads/2018/06/Air-Pollution-Guide.pdf>, Erişim tarihi: 19.07.2022

Endüstriyel ve enerji kaynaklı emisyonlar hava kirliliğinin en önemli bileşeni içinde yer almaktadır. Çoğunlukla kentsel alanların etrafında yerleşen tesisler çevre için önemli baskı unsuru olmaktadır.

Çimento fabrikaları, üretim süreçleri ile birlikte çevre ve insan üzerine olan etkileriyle daha fazla dikkat çekmektedir. Endüstriyel üretim ve ekonomik gelişme için gerekli olduğu iddia edilen çimento üretimi esnasındaki yoğun enerji kullanımı, partikül madde, sülfür ve nitrojen oksitler, karbondioksit başta olmak üzere yoğun kirlletici emisyonlara neden olmaktadır. Çimento üretimi yüksek düzeyde hava kirliliğine yol açan bir endüstriyel alandır. Çünkü yoğun bir enerji kullanımı –üretim esnasında 1450 °C'ye kadar çıkarılır– ihtiyacı bulunmaktadır. Bu enerji fosil yakıtlar üzerinden karşılanır. Ülkemizde de çimento üretimi artmakta olup 2023 yılı için 100 milyon tona ulaşması beklenmektedir. Dünya pazarındaki üretim 2018 yılı için 4,1 milyar ton civarındadır. Türkiye’de ise 2018 yılı için üretim 75,1 milyon ton, tüketim 66,9 milyon ton civarındadır.

Üretim süreci her aşamasında farklı kirleticileri ortaya çıkarır. Hammaddenin çıkarılması, taşınması ve enerji üretimi aşamaları... Bunun yanında çimentonun kendisi de kirleticidir ki inşaat işleri sürecinde bu durum ortaya çıkmaktadır. Çimento tozunda arsenik, kurşun, antimon, kadmiyum, krom, kobalt gibi birçok ağır metal bulunur. Fabrika emisyonları ise partiküler madde, nitrojen oksitler, karbonmonoksit, karbondioksit, hidrojen sülfür, uçucu orga-



Şekil 4. Birleşik Krallık'ta NO_x kirliliğinin kaynakları

Kaynak: UK Health Alliance on Climate Change. Air pollution and your health. Erişim adresi: <http://www.ukhealthalliance.org/wp-content/uploads/2018/06/Air-Pollution-Guide.pdf>, Erişim tarihi: 19.07.2022

nik bileşikler, sülfür oksitler, hidroflorik asit, hidroklorik asit, civa, arsenik, kadmiyum, kurşun, çinko, dioksin ve furan içerir. Kısaca söylemek gerekirse sanayide yapılan üretim sürecinin içinde bulunan tüm metal ve kimyasallar yanma ürünleriyle birlikte doğaya salınan emisyonlarla yayılırlar. İnsan etkinlikleri ile oluşan sera gazı emisyonlarının %5-6'sının çimento üretimiyle ilişkili olduğu tahmin edilmektedir.

Enerji üretimi ve özellikle de kömür yoluyla yapılan üretim de önemli miktarda emisyonlara neden olmaktadır. Aslında bu açıdan çimento fabrikalarına ya da yüksek enerji gereken diğer sanayi tesislerine benzemektedir. Buradaki fark üretimin yalnızca enerji amacıyla yapılmasıdır. Diğer sanayi tesislerinde ayrıca bir ürün ortaya çıkmakta olup üretim süreçlerine bağlı emisyonlar ortaya çıkmaktadır. Bu santrallerde en önemli emisyon karbondioksittir. Dünya üzerinde her yıl 11 milyar ton CO₂ salınımına neden olmaktadır. Bu miktar 2005 yılı için tüm fosil yakıt kaynaklı salınımların %41'ne karşılık gelmekteydi. Kömür termik santralleri yanma ürünlerinin sonucu olarak atmosfere birçok kirleticiler salmaktadır. Bunlar çimento fabrikalarındakine benzer şekilde kükürt ve azot oksitler, karbondioksit ve karbonmonoksit, partikül madde, hidrojen florit, yanmamış hidrokarbonlar, metal olmayan uçucu organik bileşikler ile yanma ürününün bileşenine göre olan ağır metallerdir. Bu emisyonlar santralin yakın çevresiyle hâkim rüzgârların yönündeki çevre üzerinde olumsuz çevre etkilerine yol açabilmektedir.

Kentsel alanların yakınında kurulan endüstriyel tesislerle enerji santrallerinden çıkan kirleticileri dağıtmak amacıyla yüksek bacalar yapılmaktadır. Bu durum yakın bölgeleri korurken, kirliliği uzak bölgeler taşımaktadır. Taşınan kirleticiler çevre üzerinde etki yapmakta insan başta olmak üzere tüm canlılığı olumsuz etkilemektedir.

Hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerine olan etkisi bu kitabın diğer bölümlerinde de bulunduğu ayrıntılı olarak yer verilmeyecektir.

Dış ortam hava kirliliğinin bir diğer kaynağı da ulaşımdır. Ulaşımın hava kirliliği kaynağı olması da sanayi devrimi ve buhar makinesiyle birlikte başlamıştır. Önce tren ve gemiler buhar makinesiyle hareket etmeye başlamış, petrol ürünlerinin kullanılması tren dışındaki kara araçları ile hava taşımacılığının başlamasına yol açmıştır. Kara taşımacılığındaki araçlar özellikle azot oksitlerin atmosfere salınmasına yol açarlar. Los Angeles tipi olan hava kirliliğinde motorlu taşıtlardan çıkan egzoz gazlarının okyanustan gelen sisle karışması sonucu ortaya çıkmıştır.

Katalitik konvertörler ve kurşunsuz benzin zorunlu hâle geldikten sonra kentsel alanda kurşun, kükürt dioksit, azot oksitlere bağlı kirlilik azalmıştır.

Ancak trafikteki araç sayısının artışı bu azalmayı dengelemiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1960-1970'li yıllarda çevre kirliliği krizine neden olmuştur. 1970'li yıllara kadar sıvı ya da katı endüstriyel atıklar ayırım gözetmeksizin gömülüyordu. Ancak bu durum toprak ve su kirliliğine dolayısıyla da hava kirliliğine neden oluyordu. Bu nedenle 1960'lı yıllardan itibaren birçok çevre kanunu hazırlanarak durum kontrol altına alınmaya çalışıldı.

Kentsel alanda trafik yoğunluğuna bağlı olarak yolcu ve yayalar egzoz dumanın yarattığı kirleticilere maruz kalmaktadırlar. Kirleticiler sigara gibi diğer risk faktörlerinin etkilerini artırmaktadırlar. Los Angeles olayında hava kirliliği ile birlikte sıcaklık inversiyonu KOAH grubu solunum sistemi hastalıklarının ataklarının artmasına yol açmıştır. Yerel ve eyalet yönetimleri endüstriyel ve ulaşımına bağlı kirliliği azaltmak amacıyla yasal düzenlemeler yapmışlar ve zamanla kontrol altına alınmıştır.

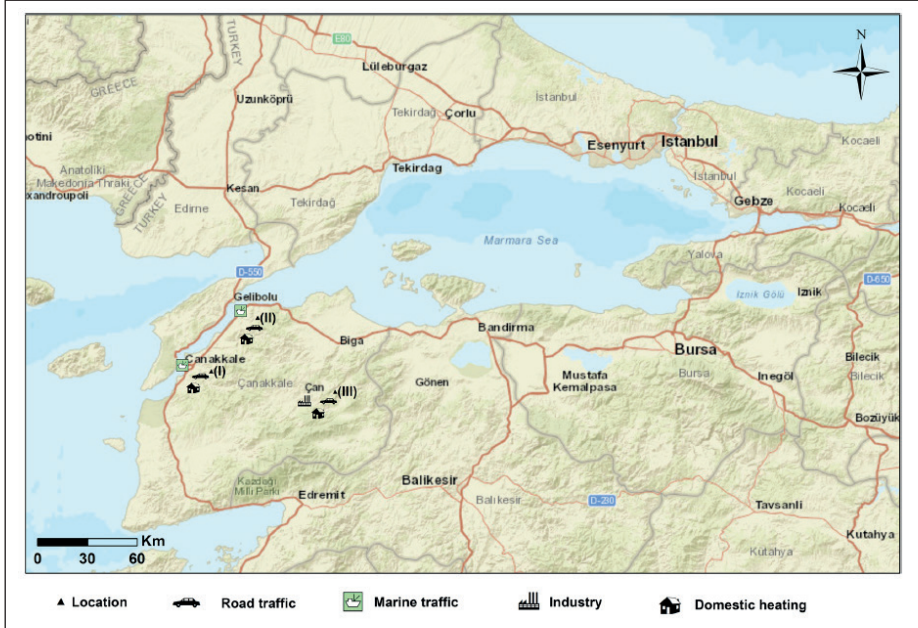
Taşıt sayısının artışına rağmen ciddi düzenleme ve kontrollerin yapılmadığı bölgelerde kirlilik ve sağlık sorunları devam etmektedir.

Özellikle kış aylarında ısınma ihtiyacı hava kirliliğinin bir diğer nedeni arasında yer almaktadır. Özellikle kalitesiz yakıt ve kömürlerin kullanıldığı bölgelerde ısınma hem iç ortam hem de dış ortam kirliliğinin nedenleri arasında yer almaktadır. Çanakkale ilinde, Merkez ilçe, Çan ve Lâpseki ilçelerindeki hava kirliliği ve sağlık üzerine etkilerini izlediğimiz araştırmada, Çan ilçesi ısınma kaynaklı kirlenme, endüstriyel ve enerji kaynaklı kirliliğe diğer ilçelere göre daha fazla oranda maruz kalmaktaydı. Her üç ilçede bir yıl arayla solunum fonksiyon testleri yapıldı ve değişim karşılaştırıldı (**Şekil 5**). Araştırma sonuçlarına göre kirli bölgelere yaklaştıkça kronik bronşit ve astım görülme sıklığının arttığı tespit edilmiştir. Çalışmada incelenenlerde bir yıllık SFT değişimine (FEV1 azalması) bakıldığında; hava kirliliği açısından riskli bölgelerde yaşayanlarda 2,4 katlık bir risk artışı gözlenmiştir.

Çan ilçesinde son yıllarda özellikle kış aylarında çok yoğun bir kirlilik yaşanmıştır (**Şekil 6**). Bu bölgedeki özellikle ısınma kaynaklı kirlilik için kömür kalitesi kontrolleri yapılmış ve doğalgaza geçilmesi kararlaştırılmıştır. Uygulamaya geçmesiyle kirlilik düzeylerinde azalma eğilimi görülmüştür (**Şekil 7**).

Kentsel alanda yürütülen yoğun inşaat faaliyetleri, madencilik sektörü, tarımsal faaliyetler ve özellikle anız yakma gibi işlemler ile gelişigüzel depolanan atıklar insan kaynaklı hava kirliliğinin diğer nedenleri arasında yer almaktadır.

Birleşik Krallık'ta aralarında Lancet ile British Medical Journal'ın da bulunduğu sağlık profesyonelleri tarafından UK Health Alliance on Climate Change (Birleşik Krallık İklim Değişikliği için Sağlık İttifakı) isimli bir organizasyon kurmuşlardır. Bu yapının vizyonu adil, sürdürülebilir ve sağlıklı bir dünyadır. İttifak iklim değişikliği için belirlediği ilkeler içerisinde Birleşik Krallık sınırları içerisinde 2050 yılına kadar karbon salınımını sıfıra yaklaştıracak yatırımların desteklenmesi yer almaktadır.



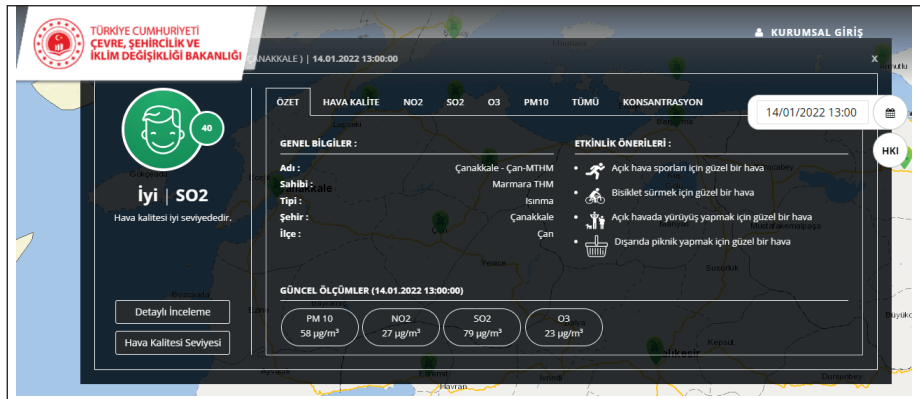
Şekil 5. Araştırma bölgesi

Kaynak: Sibel Menteşe, Coşkun Bakar, Nihal Arzu Mirici, Sibel Oymak, Müşerref Tatman Otkun. Associations between respiratory health and ambient air quality in Canakkale, Turkey: a long-term cohort study. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018;25(13):12915-31.



Şekil 6. Araştırmanın yapıldığı dönemdeki Çan hava kalitesinden bir kesit, 2014, Ocak

Kaynak: TC Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, <https://www.hava-izleme.gov.tr/>



Şekil 7. Çan ilçesinde 14 Ocak 2022 tarihindeki hava kalitesi değerleri

Kaynak: TC Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, <https://www.hava-izleme.gov.tr/>

İç Mekân Hava Kirliliği Kaynakları

DSÖ'ye göre dünya nüfusunun yarısı kirli yakıtlar ve yemek pişirmekten kaynaklanan kirli ortamlarda yaşamaya çalışıyor. Yemek yapan kadınlar ve etraflarında büyüyen çocuklar bu kirliliğe en fazla maruz kalanlar arasında. Bu kirliliğe bağlı olarak yılda 3,2 milyon ölüm olduğu tahmin edilmektedir. Bunun yanında pasif tütün içiciliği ile radon gazı maruziyeti her yıl 1,3 milyon ve 84 bin ölüme yol açmaktadır.

İç mekân hava kalitesinin önemi insanların zamanının %80'ni geçirdikleri alan olmasından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla iç mekân hava kirliliği her yaş grubunda birçok solunum sistemi hastalığı yanında kanser, kardiyovasküler hastalıklar ve cilt hastalıkları gibi sorunlara yol açabilmektedir.

İç mekân hava kirliliğine kaynakları yakıtlar, kimyasal ve biyolojik ürünler ile tütün ve ürünleri yol açmaktadır. Son yıllarda ısınma maliyetleri yüzünden binalarda ısı yalıtımına daha fazla önem verilmiştir. Öte yandan bu durum havalandırma sorunlarına yol açmış ve iç mekân hava kirliliği riskini artırmıştır. Dünyanın birçok yerinde kentsel alanda kullanılan modern enerji kaynaklarına ulaşım ile ilgili sorunlar bulunmaktadır. Konutlarda kalitesiz katı yakıt kullanılmakta olup beraberinde açık ocak da kullanılıncı kirlilik önemli bir sorun hâline gelmektedir.

Bunun yanında inşaat malzemeleri, yanan yakıtlar, giyecekler, petrol ürünleri, insektisitler, spreyler, kimyasallar, mikroorganizmalar ve hayvanlar iç mekânların kirlenmesine neden olmaktadır.

Tütün ve ürünleri ise en önemli insan kaynaklı kirleticiler arasında yer almaktadır. Sigara dumanının içerisinde karbondioksit, karbon monoksit, benzen, ksilen, etil benzen ve stiren bulunmaktadır. Sigara solunum yollarından başlayarak birçok sağlık sorununa yol açabilmektedir.

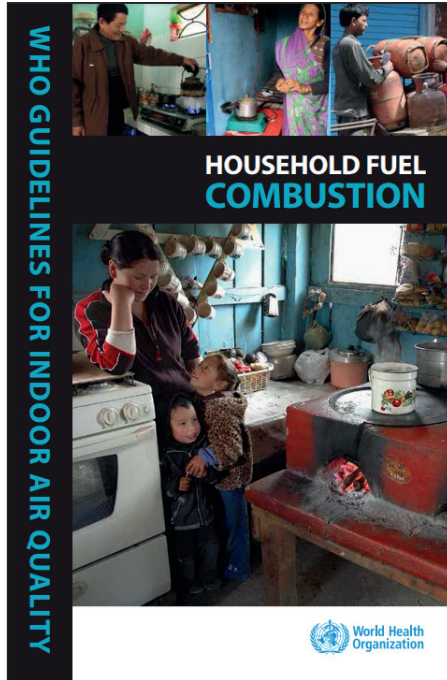
İç mekânlarda sigara kullanımı ülkemizde yasal düzenlemelerle yasaklanmıştır. Bu konudaki ilk düzenlemeler 1990'lı yılların sonlarında başlamıştır. Tüm kapalı alanlarda sigara ve tütün ürünleri kullanımı yasaktır. Ayrıca sigara satışı ile ilgili önemli düzenlemeler yapılmıştır. Yine de nüfusun yaklaşık dörtte biri sigara tüketmeye devam etmektedir. Bazı özel gruplarda bu sıklık yüzde kırklara yaklaşmaktadır. Dolayısıyla iç mekânların tamamında kullanımının engellendiği söylenemez. Kamuya açık yerlerde bile denetimlerin zayıf olduğu zamanlarda sigara kullanımının olduğu bilinmektedir. Bu nedenle yasal düzenlemelere rağmen tütün kullanımı iç mekân kirleticileri arasındaki yerini korumaktadır.

Tezek, odun, kömür dumanı ve uçartozlar, karbonmonoksit, kükürt dioksitler, azot oksitler, aldehytler, benzen ve poliaromatik bileşikler olmak üzere birçok kirleticinin ortama salınmasına neden olmaktadır.

Ocak ve şöminelerden çıkan odun dumanının içinde birçok kirleticisi bulunmaktadır. Bunlar; asetaldehit, asetik asit, alüminyum, kalsiyum, karbon monoksit, klor, formaldehit, hidrokarbonlar, demir, magnezyum, mangenez gibi inorganik ve organik bileşiklerdir. Odun yanma ürünleri üst solunum yollarında tahriş yapmakla birlikte kansere yol açabilen mutasyonlara yol açabildiği bildirilmektedir.

Gelişmekte olan toplumlarda ısınma ve yemek için tezek kullanımı hâlen güncelliğini korumaktadır. Tezek biyokütle olarak kabul edilmektedir. Tezek kullanımı birçok akciğer hastalığı yanında kronik hastalıkla ilgilidir. Özellikle zamanın büyük bir kısmını ocak ya da soba başında geçiren insanlar bu durumdan daha da fazla etkilenmektedir.

DSÖ, 2014 yılında ev içi ısınma, yemek pişirme ve aydınlatma ile ilgili sağlık öncelikli bir rehber yayınladı. Yönerge sağlık politikası belirleyicileri yanında konuyla ilgili akademisyen ve uzmanlara yol göstermeyi amaçlamaktadır.



Sonuç olarak

Hava kirliliği ister dış ister iç mekân olsun çevre ve insan sağlığı için en önemli sorunlardan biridir. Kirlilik kaynakları doğal ya da antropojenik olabilir. Antropojenik kaynaklar son birkaç yüzyılda kentsel alanlarımızın sağlığını olumsuz etkileyen faktörler arasında yer almıştır. Hava kirliliği ile yapılacak olan mücadelenin odaklanması gereken nokta da tam burasıdır. Kendi elimizle yarattığımız bu kirliliğe maruz kalmak zorunda değiliz. Ancak yaşadığımız çağda hava kirliliği çok büyük bir sorun olarak önümüzde durmaktadır. Kentsel alanların tamamına yakını ve kırsal alanların önemli bir bölümü dış ve iç mekân hava kirliliği ile yaşamak durumundadır. Bütün bunların yanında hava kirliliği yalnızca hava kirliliği sorunundan daha büyük bir konudur. Bir bölgede havanın kirlenmesi demek, suyun ve toprağın, gıdanın da kirli olması demektir. Küresel hava kirliliği ise iklimi olumsuz etkilemekte, dünyayı büyük ihtimalle insan ve diğer canlılar için yaşanmaz bir küreye doğru dönüştürmektedir.

Hava kirliliği her yıl milyonlarca insanın ölümüne yol açmaktadır. Bunun yanında endüstri ve enerji politikaları, ulaşım, yoksulluk, eşitsizlik ve adaletsizlik gibi sebepler kirlilik kaynaklarının temel sebepleriyle mücadeleyi zorlaştırmaktadır. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programının 2015-2030 yılları için güncellediği Sürdürülebilir Kalkınma İçin Küresel Amaçların 17 hedefi üzerinde üç temel hedef önelemiştir. Bunlar aşırı yoksulluk, eşitsizlik ve adaletsizlik ile iklim değişikliğidir. Tamamına yakını serbest piyasa temelli liberal olan ya da olmaya çalışan dünya liderlerinin bu üç hedefi önelemesi, birçok sorunda olduğu gibi hava kirliliği ve iklim değişikliği ile mücadelenin temelinde de yoksulluk, eşitsizlik ve adaletsizliğin yattığının itirafıdır.

Endüstriyel ve enerji kaynaklı kirlilikle mücadele etmeye kalktığınızda karşınızda çok uluslu şirketler ve arkalarını dayadıkları hükümetler çıkmaktadır. Ulaşım politikalarının belirlenmesinde de benzer bir durumla karşılaşmaktadır. Güvenilir ve ucuz enerjiye ulaşım olanaklarının teknolojik olarak mümkün olduğu bilinmesine rağmen yaygınlaşması zordur. Örneğin kentsel alanlarda toplu taşımanın ya da bisiklet gibi ulaşım araçlarının yaygınlaştırılması politikaları birçok kentte çok yavaş ilerlemektedir. Ülkemizde son 10 yılda hayatımıza girmeye çalışan alternatif ulaşım araçlarının yaygınlaşması için daha çok çabaya ihtiyaç bulunmaktadır. Bunun için de yüksek düzeyde politik kararlılık ve eylem gerekmektedir.

Kırsal alanda kötü yakıt ile ısınmaya ve aydınlanmaya çalışan insanlar için durum daha da vahimdir. Dünya üzerinde çoğunluğu Asya ve Sahra Altı Afrika ülkeleri olmak üzere yüz milyonlarca insanın yoksulluk nedeniyle bu

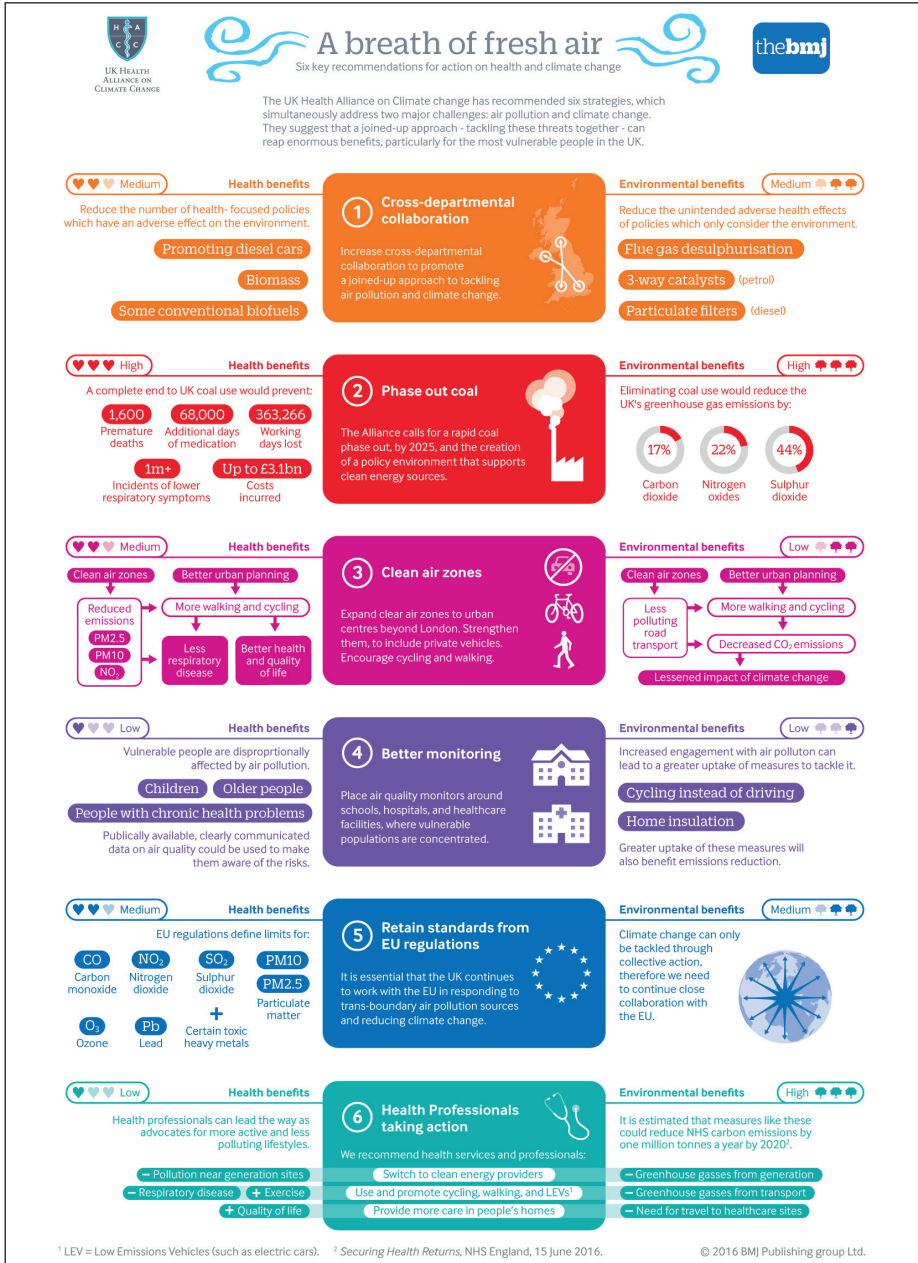
sorunlarla boğuşmak durumunda oldukları bilinmektedir. Yaşadıkları ülkelerin ekonomik öncelikleri düşünüldüğünde bu bölgelerde yaşayan insanların güvenli ve ucuz enerji kaynaklarına ulaşabilmeleri için birkaç yüzyıldan fazla zaman geçmesi gerekecektir.

Sonucunda hastalık ve ölüm olması nedeniyle hava kirliliği hekimlerin öncelikli sorunlarından biridir. Temel çözüm primordiyal korunmada yatmaktadır. Primordiyal korunma düzeyinde hava kirliliği kaynakları ile mücadeleyi gerekli kılmaktadır. Bunun için yasa koyucu ve denetleyici mekanizmalar üzerinde müdahalelere ihtiyaç bulunmaktadır. İhtiyaç duyulan müdahaleleri gerekçelendirmek için yeterince bilimsel kanıta sahibiz. Yapmamız gereken kanıtları kullanarak toplumu ve karar vericileri ikna etmektir.

Birleşik Krallık İklim Değişikliği için Sağlık İttifakı Eylül 2016 yılında hazırladığı bir raporla hava kirliliği ve iklim değişikliğini ele almıştır. Raporda her iki konu birlikte ele alınmaya çağrılmakta ve bunun mücadelenin maliyetine olan etkisi vurgulanmaktadır. Sağlık ittifakı Birleşik Krallıkta hava kirliliğinin yarattığı morbitide ve mortaliteyi sunduktan sonra konuyla mücadele etmek için altı strateji sunmaktadır. Bunlar;

- Hava kirliliği ve iklim değişikliği ile mücadele etmek için disiplinler arası işbirliğini arttırın. Böylece mücadele için ortak bir zemin oluşturulabilsin.
- Birleşik Krallık sınırları içinde 2025 yılına kadar kömürlü termik santrallerin kullanımını aşamalı olarak kaldırın.
- Temiz hava bölgelerini farklı şehirlerde artırmak için çaba gösterin.
- Okulların, sağlık kurumların, yaşlı ve kronik hastaların yoğun olduğu savunmasız insanların yaşadığı bölgelerde hava kirliliği parametrelerini yakından izleyin.
- Avrupa Birliği düzenlemelerinin sağladığı hava kalitesi standartlarını koruyun ve iyileştirmeye çalışın.
- Hekim ve diğer sağlık uzmanlarının hava kalitesi konusunda yerel ve ulusal düzeyde tavsiyelerde bulunabilmeleri ve savunuculuk yapabilmeleri için bilgilendirmeler yapın.

Aşağıdaki şekilde Sağlık İttifakı'nın hazırlamış olduğu bilgilendirme afişini görebilirsiniz.



Kaynak: UK Health Alliance on Climate Change. A breath of fresh air: addressing air pollution and climate change together for health. Erişim adresi: <http://www.ukhealthalliance.org/report-breath-fresh-air/>, Erişim tarihi: 19.07.2022

KAYNAKLAR

- Alpaslan Türkkan. Çimento fabrikalarının sağlık etkileri. Bursa Tabip Odası Yayını. Şubat, 2015
- Clive Ponting. Yeni Bir Bakış Açısıyla Dünya Tarihi (Çev:Eşref Bengi Özbilen). 20.11.3 Çevre Kirliliği - 23.8 Çevre Kirliliği. Alfa Tarih. İstanbul, 2015
- Çağatay Güler. Songül Vaizoğlu. Açık hava kirliliği. Çağatay Güler (Editör) Çevre Sağlığı(Çevre ve ekoloji bağlantılarıyla). Yazıt Yayıncılık:129. Ankara, 2012:747-759
- Çağatay Güler, Songül A. Vaizoğlu. Zakir Çobanoğlu. Yapı-ıçi hava kirliliği. Çağatay Güler (Editör) Çevre Sağlığı(Çevre ve ekoloji bağlantılarıyla). Yazıt Yayıncılık:129. Ankara, 2012:837-854
- John R.Balmes. Hava Kirliliği. (Çev:Tacettin İnandı). Joseph Ladaou, Robert J.Harrison. Current Yanı ve Tedavi. İş ve Çevre Hekimliği. (Çeviri editörü: Çağatay Güler). Palme Yayınevi, 2022;801-809
- Kayhan Pala. Kömürlü termik santrallerin sağlık etkileri. Bursa Tabip Odası Yayını. Eylül, 2014
- Murat Türkeş. Klimatoloji ve Meteoroloji. Kriter Yayınları. İstanbul, 2010
- Sibel Menteşe, Coşkun Bakar, Nihal Arzu Mirici, Sibel Oymak, Müşerref Tatman Otkun. Associations between respiratory health and ambient air quality in Canakkale, Turkey: a long-term cohort study. Environmental Science and Pollution Research. 2018;25(13):12915-31
- Sibel Menteşe, Nihal Arzu Mirici, Coşkun Bakar, Müşerref Tatman Otkun, Elif Palaz, Deniz Taşdibi, Osman Çotuker, Sibel Oymak. İç ortam hava kalitesinin solunum sağlığına olan etkisi. TMMOB Makine Mühendisleri Odası. 13.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi. 19-22 Nisan 2017. İzmir:1605-1611
- Temiz Hava Hakkı Platformu. Kara Rapor 2020 Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri. 2020
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. Çimento Sektörü Raporu (2019), Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi. 2019
- Theodore Tulchinsky, Elena Varavikova. Yeni Halk Sağlığı. (Çeviri Editörü: Songül Acar Vaizoğlu. Palme Yayınevi, Ankara;2019
- UK Health Alliance on Climate Change. Erişim adresi: <http://www.ukhealthalliance.org/>, Erişim tarihi: 19.07.2022
- UK Health Alliance on Climate Change. A breath of fresh air: addressing air pollution and climate change together for health. Erişim adresi: <http://www.ukhealthalliance.org/report-breath-fresh-air/>, Erişim tarihi: 19.07.2022
- Ware G. Kuschner, Harman S.Paintal. History of air pollution. Robert H.Friis. (Editor) The praeger handbook of envitonmental health. Volume 3, water, air, and solid waste. Praeger. California, 2012:143-164
- World Health Organization. Air Pollution. Erişim adresi: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution/ambient-air-pollution>, Erişim tarihi: 19.07.2022
- World Health Organization. Air Pollution data portal/household air pollution data. Erişim adresi: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution/household-air-pollution>, Erişim tarihi: 19.07.2022

World Health Organization. Ambient (outdoor) air pollution. Erişim adresi: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health), Erişim tarihi: 19.07.2022

World Health Organization. Ambient air pollution attributable deaths. Erişim adresi: <https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/ambient-air-pollution-attributable-deaths>, Erişim tarihi: 19.07.2022

World Health Organization. Household air pollution and health. Erişim adresi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>, Erişim tarihi: 19.07.2022

World Health Organization. Tobacco. Erişim adresi: https://www.who.int/health-topics/tobacco#tab=tab_1, Erişim tarihi: 19.07.2022

