

Hava Kirliliği

Yrd.Doç.Dr. Aysun Sofuođlu

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Kimya Mühendisliđi Bölümü

Giriş

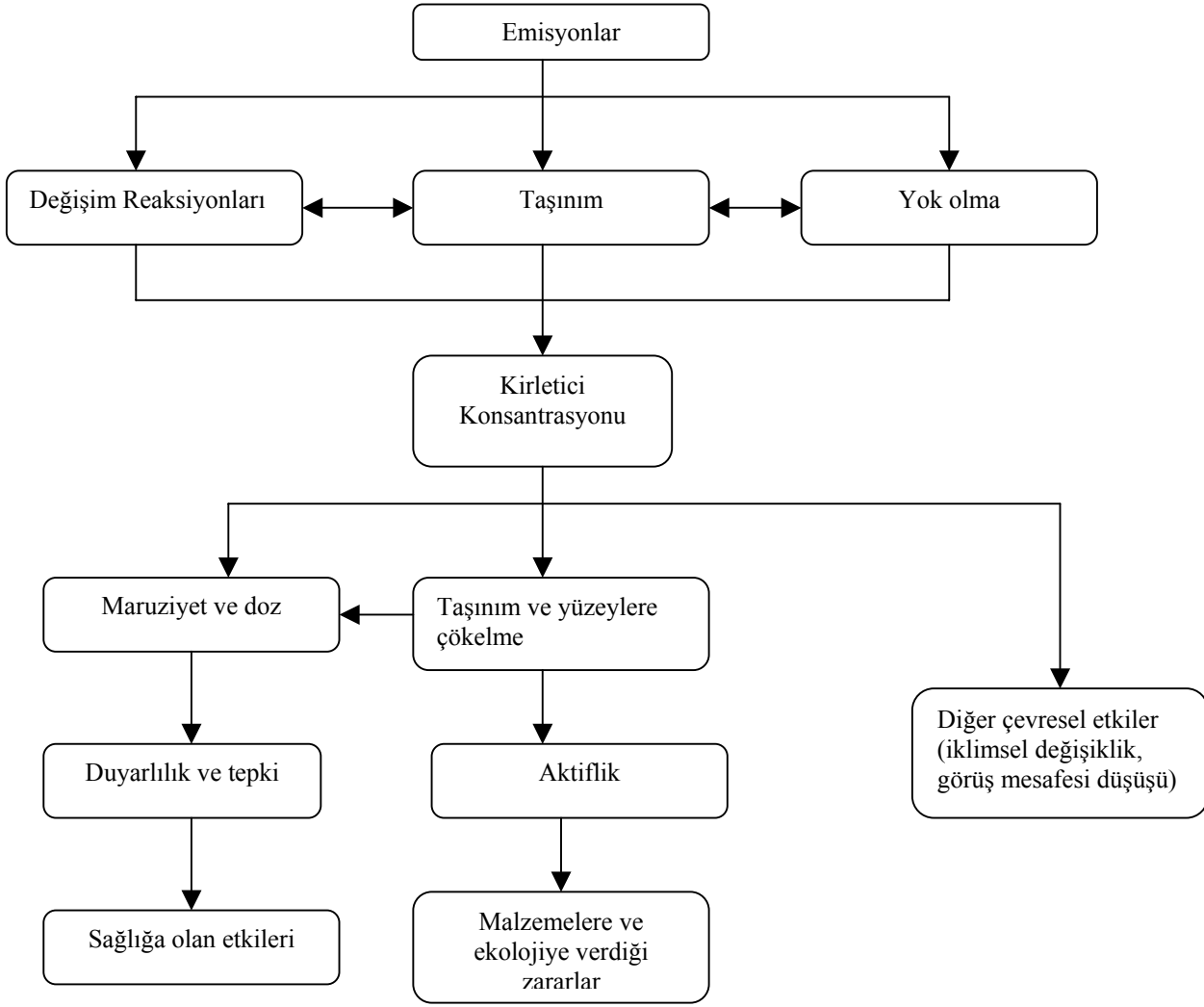
Rio Zirvesi (1992), Madde 4; Sürdürülebilir Kalkımayı başarabilmek için çevrenin korunması gelişme prosesinin bir bütünüdür ve ondan ayrılamaz ilkesini deklare eder. Yine aynı Zirve'nin onbeşinci maddesi ile de çevre koruması için ön uyarılı yaklaşımın geniş bir şekilde ülkelerin yapabilecekleri ölçüde uygulanması gerektiği vurgulanmıştır. Nerede çevre için ciddi ve dönüşü olmayan tehlike varsa, çevre bozunmasını engellemek için bilimsel kesinlikten yoksun olmak, ekonomik çözüm ölçütlerini geciktirmekte sebep olarak kullanılmamalıdır diye devam eder.

Bu rapor Rio Zirvesi'nin gerektirdiği taahütler bağlamında Türkiye'nin hava kirliliği problemlerinin neler olduğuna, dünyada neler yapılabildiğine, sürdürülebilir kalkınma açısından hangi problemlerin çözümlenmesi gerektiğine, diğer ülkelerin problemleri nasıl çözümlenmeye çalıştığına kısa ve genel bir bakış getirmeye çalışmaktadır.

Sürdürülebilir Kalkınma ve Hava Kirliliği Arasındaki İlişki

Hava kirliliği problemi sanayi devriminden sonra ve özellikle sanayileşmiş bölgelerde ortaya çıkmıştır. Kalkınma ise sanayileşmenin bütünüdür. Artan çevre problemleri ve bu problemlerin ortaya çıkardığı ekolojik denge bozulması, canlının karşılaştığı sağlık problemleri ve canlı çeşitliliğin azalması, çevreyle barışık kalkınma modelini sürdürülebilir kalkınma modeli olarak ortaya sunmuş ve dünyanın devamının her türlü canlının güvenliğini sağlamakla, kalkınma ve ekonomiklik arasındaki barış ve dengeye borçlu olduğu görüşünü getirmiştir. Hava kirliliği çevre problemlerinden sadece biri olup küreselleşen dünyada, ülkeleri birbirlerine karşı sorumlu kılan en bağlayıcı kirlilik türü olmuştur. Bunda ozon tabakasının incilmesi, küresel ısınma problemleri önemli rol oynamıştır. Son zamanlarda ise uzun mesafeli taşınilara söz konusu olan ve özellikle kalıcı toksik maddeler için antlaşmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu konuda en duyarlı ülkelerin başında Kanada gelmektedir. Kanada, Meksika'nın kullandığı pestisit veya atmosfere gönderdiği kalıcı gazların grasshopper etkisiyle kendi topraklarını etkilediği yolunda bulgulara ulaşmıştır. Kısaca bu gün değilse bile 2023'te bizim emisyonlarımız bir komşumuz, onların emisyonları da bizim tarafımızdan şikayet konusu olabilir. Dünyada ve bizde uygulanmaya başlanan sürdürülebilir kalkınma ilkeleri bu gibi sorunlara bugünden ön uyarı yaklaşımını getirmektedir.

Hava Kirliliği



Kısaca yukarıdaki şema, hava kirliliği ve onun sonucu gerçekleşebilecek problemleri özetlemek için çizilmiş daha sonraki kısımlarda ise nelerin hava kirliliği yaratacağı daha özel boyutta anlatılmıştır.

Hava kirliliği, hava bileşimini değiştiren katı sıvı ve gaz halde bulunabilen kirleticilerin, insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zarar verecek ya da yaşamdan maddi nesnelere zararlanılmasını engelleyecek miktar veya sürede atmosferde bulunmasıdır. Hava kirliliği dış hava ve bina içi hava kirliliği olmak üzere iki kısma ayrılabilir. Bulunulan ortam (iç veya dış) havasında hava kirleticilerinin miktarının artması, ortamın hava kalitesini azaltmaktadır. Dış havada geleneksel kirleticiler dediğimiz SO_2 , NO_x , CO , kurşun, hidrokarbonlar, partikül maddeler (PM veya toz) ve O_3 temel alınarak, standartlar kısa ve uzun vade olmak üzere belirlenmiştir. Bu kirleticiler literatürde birincil, bunların atmosferde oluşturdukları diğer formlar (örnek O_3) ise ikincil kirleticiler olarak adlandırılır. Tüm yanma prosesleri (sanayi için gerekli yanma proseslerinin emisyonu, ısınma için gerekli fosil yakıtların emisyonu, tarımsal yanma ile olan emisyonlar, orman yangınları, motorlu veya mobil dediğimiz trafikten kaynaklanan emisyonlar), madencilik, proses kaçakları, ozon hariç bu kirleticilerin en önemli kaynaklarıdır.

Yerel olarak, bu kirleticilerin emisyonlarının büyüklüğü yanında, özellikle şehirlerde yarattıkları problemler, topografya, nüfus, meteoroloji, sanayileşme seviyesi ve hızı ile sosyo-ekonomik gelişmeden oluşan bir dizi faktör sebebiyle birbirinden oldukça farklılık gösterir. Ayrıca, şehir nüfusundaki büyüme ile hava kirliliğine maruz kalan popülasyonun artması bu problemi daha ciddi bir hale getirmektedir. Direkt olarak atmosfere gönderdiğimiz bu kirleticiler atmosferde çeşitli reaksiyonlara maruz kalarak başka problemlere sebep olurlar. NO_x ve SO₂ asit yağmurlarını, yine NO_x ve VOC (uçucu hidrokarbon) vd. güneşten kaynaklanan UV etkisiyle fotokimyasal oksidasyon sonucu ground level ozon oluşumunu ve smog oluşumunu tetikler ve atmosferde kimyasal olarak aktif maddeleri zincir reaksiyona sokabilirler. Örnek olarak, kanserojen ve toksik organiklerden olan ve yanma sırasında açığa çıkan Poliaromatik hidrokarbonlar (PAH) fotokimyasal olarak daha kalıcı veya zararlı türevlere dönüşebilir. Ayrıca sera gazları olarak bilinen CO₂, CH₄, N₂O, O₃, CFC yanma, endüstriyel emisyon veya anaerobik bozunma yoluyla atmosfere atılmakta, ısı tutma kapasitelerinden dolayı yeryüzü sıcaklığının değişmesine neden olmakta ve sürdürülebilir kalkınma açısından en temel çözümlenmesi istenen iklim değişikliği sorununu doğurmaktadır.

Türkiye'deki Mevcut Durum

Türkiye'de ulusal çevre eylem planı yapılması gündeme getirilmiş, bir plan hazırlanmış ancak halen tam anlamıyla uygulamaya geçilememiştir. Öyle ki, geleneksel kirleticiler dediğimiz ve ağırlıklı olarak sanayiden kaynaklanan kirleticiler için dahi ülke genelinde bir emisyon envanteri oluşturulamamıştır. Gelişmiş ülkelerde bütün geleneksel hava kirleticilerinin konsantrasyonları izlenmesine rağmen Türkiye'de Çevre Bakanlığı'nın verdiği bilgiye göre, ülke genelinde hava kirliliği seviyesinin izlenmesi için 69 il merkezi ve 7 ilçe merkezinde olmak üzere toplam 171 istasyonda sadece kükürtdioksit (SO₂) ve partiküler madde (PM) ölçümleri yapılmaktadır. İstanbul ve Ankara dışındaki istasyonlarda bulunan cihazlar yarı otomatiktir. Ayrıca Ankara Sıhhiye istasyonunda karbonmonoksit ve NO_x emisyon ölçümleri yapılmaktadır.

Emisyonların azaltılması amacıyla, Çevre Bakanlığı'nın yayınladığı bilgilere göre, kurşunlu yakıtlar sebebiyle atmosfere gidecek kurşun miktarını azaltmak için TÜPRAŞ normal benzinde kurşun miktarını 0.42 den 0.15g/l ye, süper benzinde ise 0.84 g/L'den 0.40 g/L' ye düşürmüştür. Rafinerilerimizin Türkiye'nin tüm benzin ihtiyacını kurşunsuz benzin ile karşılamak üzere 2005 yılına kadar uzanan yatırım plan ve programlarında hazır olduğu belirtilmektedir.

Hali hazırda, TÜPRAŞ'ın mevcut rafineri imkanları ile 1.250.000 ton kurşunsuz benzin üretebilme kapasitesi olmasına karşın, 1996 yılında sadece 281.706 ton kurşunsuz benzin satılmış, toplam tüketim içindeki payı ise %6.62 olarak gerçekleşmiştir. Bu oran diğer ülkelerle kıyaslandığında (ABD %98, Japonya %100) düşük kalmaktadır.

Bu arada dizel yakıtlarla ilgili olarak önemli bir nokta da, motorindeki kükürt miktarı, daha az gürültü ve daha az kükürtdioksit emisyonu için 1988 yılında ağırlıkça % 1'den % 0.7'ye azaltılmış olup, hidrokraking yatırımları ile daha aşağı değerlere ve AB normu olan % 0.3 değerine düşürülmesi hedeflenmiştir.

1995 yılından itibaren motorlu taşıtların AB standartlarında yani EURO-93 normlarında üretilmesi ve otomotiv sektörünün gerekli teknolojik değişimleri tamamlaması hedefiyle, Türk Otomotiv Sanayinin Avrupa Topluluğu'nda 1993 yılında yürürlüğe giren EURO-93 otomobil Egzoz Emisyon Standartlarına geçişini içeren bir Uyum Programı ve Otomotiv Sanayii Çevre Deklarasyonu 1993 yılı sonunda **OSD** ile Çevre Bakanlığı arasında imzalanmıştır.

Mevcut durum konusunda, Çevre Bakanlığı Sekizinci Kalkınma Planında; sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı doğrultusunda, insan sağlığı ve doğal dengeyi koruyarak ekonomik kalkınmaya imkan verecek, doğal kaynakların yönetimini sağlayacak, gelecek kuşaklara daha sağlıklı bir doğal, fiziki ve sosyal çevre bırakacak yönde arzulanan nitelikte bir gelişme kaydedilemediği belirtilmektedir. Ayrıca, çevre politikalarının ekonomik ve sosyal politikalarla entegrasyonu sağlanamamış, bu konuda ekonomik araçlardan yeterince faydalanılmadığı ifade edilmiştir.

Mevcut durumla ilgili diğer madde ise Çevre Bakanlığı ile diğer ilgili bakanlıklar ve yerel yönetimlerin yetki ve sorumluluklarının yeniden düzenlenmesine ilişkin ihtiyacın devam ettiği yolundadır. Çevre ve kalkınma politikaları arasında uyum sağlanması ilkesi doğrultusunda etkili ve eşgüdüm içinde çalışan bir çevre denetim sistemi kurulması konusunda mesafe kaydedilememiştir.

Oysa ki Ulusal Çevre Eylem Planı'nda "hava kirliliğinin önlenmesi konusunda tüm sektörlerde emisyon faktörleri belirlenerek emisyon envanterleri çıkarılacaktır" ifadesi yer almış olmasına rağmen, ancak Ege ve Akdeniz bölgelerinin bir kısmını kapsayan envanterin dışında bu madde ulusal olarak yaygınlaştırılmamıştır.

Ulaştırma, enerji, sanayi ve konutlardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarını kontrol etmek ve azaltmak amacıyla enerji verimliliğinin artırılması ve tasarruf sağlanması yönünde düzenlemeler yapılması hedeflenmiş ancak bu hedefin uygulama boyutu, bu konuda herhangi bir veri mevcutsa da kısa zamanda erişim zorluğu sebebiyle açıklık kazanamamıştır.

Yukardaki ulusal planlara ek olarak, Türkiye, hava kirliliği ve onun yarattığı problemleri çözmeyi amaçlayan uluslararası bir kaç antlaşmaya imza koymuştur. Bu antlaşmalar Türkiye'yi taahhüt ettiklerini uygulamaya koyma durumuna getirmektedir. Bu antlaşmaları özetlersek, **Ozon Tabakasının Korunmasına dair olan Viyana Sözleşmesi** ve bunun geliştirilmiş şekli olan **Kopenhag Sözleşmesi (1995)**. Bu sözleşme dahilinde ozon tabakasını incelten maddelerin kullanımı belirli bir oranı aşmayacak şekilde sınırlandırılmıştır. **Uzun Menzilli Sınırlar Ötesi Hava Kirlenmesi Sözleşmesi'nde**, ilk olarak kükürt dioksitin izlenmesi ve kontrolüyle başlayan bu anlaşmanın, dünyadaki trendlerin toksiklere kayması sonucu kapsamı genişletilmiştir. Fakat, Türkiye ilk finansal antlaşmadan sonrakileri imzalamamıştır.

Bunlara ek olarak, değişik kamu kuruluşlarının hava kalitesiyle ilgili aynı veriyi toplayarak kaynaklar gereksiz harcanabilmektedir. Sorumlulukların birden fazla kamu kuruluş ve kurumlarına dağılmış olması veriye ulaşımında çok başlılığa ve bunun getirdiği ek zorluklara sebep olmaktadır.

Dünyadaki Durum

Hava Kirliliği

Küresel ısınma, ozon tükenmesi ve uzun mesafeli taşınım en çok önem arzeden ana konular gibi görünmektedir. Unutulmamalıdır ki, bu problemlere çözüm arayan ve gelişmekte olan ülkeleri zorlayan gelişmiş ülkeler Türkiye'deki mevcut durumdan daha farklı konumdadırlar. Bu ülkeler yerel bağlamdaki hava kirliliği problemlerini standartlara bağlamış ve denetim ağını kuvvetlendirerek çözümlenmişlerdir.

Bunların yanında kansere yol açan ve toksik hava kirletici emisyonlarının kontrolü ve regule edilmesi araştırma gündeminde önemli bir yer işgal etmektedir. Aynı zamanda, uzun zamandır mercek altında olan, önemi azalmayan yaygın kirleticiler olan sülfür dioksit (SO₂), azot oksitler (NO_x), kurşun, toz, ozon (O₃), karbon monoksit (CO) ve bunların çoğunluğu ile ilgili olan asit yağmuru insan sağlığını tehdit eden ve sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde ele alınması gereken konular arasındadır.

Sürdürülebilir kalkınma açısından, hava kirliliği için diğer çevre konularında olduğu gibi, trendlerin izlenebilmesini ve dolayısıyla uygulanan politikaların başarı düzeyinin belirlenmesini sağlayabilecek göstergeler (*indicators*) geliştirilmektedir. Takip eden kısımda yukarıda bahsedilen konulara tek tek değinilecektir.

• **Küresel Isınma**

Şimdiye kadar yaptıkları emisyonlar ile gelişmiş kuzey ülkelerinin bu konuda ana katkıyı yaptıkları, ancak hızla artan emisyonları ve öncelikleri doğal olarak küresel ısınma olmayan gelişmekte olan ülkelerin küresel ısınmaya katkılarının arttığı belirtilmekte ve buna karşın verilen çabada bu ülkelerinin nasıl yeralacağı tartışılmaktadır. Her durumda, yani ister zorunlu ister gönüllü katılım olsun, gelişmekte olan ülkeler kendi çıkarları doğrultusunda göstergeler teklif edeceklerdir.

• **Ozon Tükenmesi**

1985 yılında Viyana Ozon Tabakasının Korunması Toplantısı yapıldı. Burada ülkeler “ozon tabakasında değişime yol açan ya da yol açması muhtemel insan aktivitelerinden kaynaklanan ya da kaynaklanması muhtemel etkilerden insan sağlığını ve çevreyi korumak için uygun tedbirlerin alınması” konusunda anlaşıldılar. 1987’de Montreal Ozon Tabakasında Tükenmeye Yol Açan Maddeler Protokolü imzalandı. Antlaşmaya dahil olan hususlar ülkelerin, özellikle gelişmekte olan ülkelerin, özel durumlarını dikkate alan esnek sayılabilecek maddelerden oluşmaktadır. Temel amaç olarak ozon tükenmesine yol açan tüm kimyasal maddelerin kullanımdan kaldırılması belirtilmiştir. Protokol daha sonra dört kez (1990 Londra, 1992 Kopenhag, 1997 Montreal, 1999 Pekin) değişikliğe uğramıştır. Türkiye, Viyana (1985) ve Montreal (1987) toplantılarına katılmış ve Protokolü Londra (1990) ve Kopenhag (1994) değişiklikleri ile birlikte imzalamıştır.

• **Uzun Mesafeli Taşınım**

Türkiye, 1979 Cenova Sınırlar Ötesi Hava Kirliliği Toplantısını 1983 yılında imzalamıştır. O tarihten 1999 yılına kadar toplantı çerçevesinde sekiz adet protokol imzalanmıştır. Bunlar, Finansal Protokol (1984), Sülfür Emisyonu Azaltma Protokolü (1985), Azot Oksitlerin Kontrolü Protokolü (1988), Uçucu Organik Madde Emisyonu Kontrolü Protokolü (1991), Sülfür Emisyonu İleri Protokolü (1994), Ağır Metaller Protokolü (1998), Kalıcı Organik Kirleticiler Protokolü (1998), Asidifikasyon, Ötrofikasyon, ve

Yer Seviyesi Ozon Protokolü (1999)' dır. Türkiye bunlardan sadece Finansal organizasyonu şekillendiren 1984 protokolünü imzalamıştır.

- **Yaygın Hava Kirleticileri**

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) en yaygın olarak karşılaşılan altı hava kirleticiyi 'criteria' kirletici olarak belirlemiş, bunlar için birincil ve ikincil standartlar koymuştur. Birincil standart, insan sağlığını hassas insanlar (astımlılar, çocuklar, yaşlılar) da dahil olmak üzere korumak için geliştirilmiştir. İkincil standart ise halk sağlığını, hayvanları, zirai ürünleri, bitki örtüsünü ve binaları korumak üzere geliştirilmiştir. Yaygın hava kirleticilerinin havadaki konsantrasyonları ve emisyonları US Environmental Protection Agency (US EPA) tarafından sürekli takip edilmektedir. Veriler göstermektedir ki ABD'de yaklaşık 30 milyon insan altı yaygın kirleticinin en az birinin insan sağlığını tehdit eden konsantrasyonlarda bulunduğu bölgelerde yaşamaktadır. Bu kirleticilerin insan sağlığına etkileri sürekli araştırılmakta ve yeni veriler ortaya çıktıkça standartlar revize edilmektedir. Buna en son örnek toz standartlarında yapılan değişikliklerdir. Çapı 10 mikrometre'den küçük olan toz parçaları için varolan standardın formu değiştirilmiş ve bu standarda ek olarak çapı 2.5 mikrometre'den küçük olan toz parçaları için yeni bir standart getirilmiştir. Ancak halihazırda bu standartlarla ilgili süregelen davalar bulunduğundan henüz uygulanmasına başlanmamıştır.

- **Kanserojen ve Toksik Hava Kirleticileri (Hazardous Air Pollutants, HAP)**

Bu kirleticilerin emisyonlarının azaltılması amaçlardan bir tanesidir. Bunun için ABD'de performans bazlı standartlar uygulamadadır. Bu standartlar Maximum Achievable Control Technology (MACT) standardı olarak adlandırılmaktadır. Mümkün olan en yüksek performans ile elde edilen mümkün olan en düşük emisyon seviyesinin yaratacağı sağlık riskleri değerlendirilerek her bir HAP için gerekli düzenlemeler yapılmaktadır. Bu arada, sürekli olarak potansiyel HAP'ların insan sağlığına etkileri araştırılmakta, gerektiğinde HAP listesine yeni kirleticiler eklenmektedir. Buna örnek olarak Integrated Risk Information System'e (IRIS) 2002 yılında kanserojenik madde olarak eklenen ve endüstriyel bina-içi hava kirliliği açısından önem taşıyan talaş tozunu (wood dust) gösterebiliriz.

- **Bina-İçi Hava Kirliliği**

İnsanların zamanlarının ortalama %90'ından fazlasını binalarda geçirdikleri bilinmektedir. ABD gelecek 20 yıl içindeki vizyonlarına bina içi hava kirliliği problemlerini çözümlenecek projelerin geliştirilmesini hedef olarak belirlemiştir. Bina-içi hava kirletici konsantrasyonları birikim sebebiyle dış havadakinden genellikle daha fazladır. ABD'de bina-içi hava kirliliğinin her yıl binlerce kanser sebebiyle ölümlere ve yüz binlerce solunum yolu hastalıklarına yol açtığı tahmin edilmektedir. Ayrıca, çocukların kanlarındaki yüksek kurşun seviyelerinin kısmen bina-içi hava kalitesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bina-içi hava kalitesinin yükseltilmesi suretiyle çok önemli sağlık kazançlarının elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bunun için, profesyonel eğitiminin geliştirilmesi, yeni ve renove edilecek binalarda yeniliklerin geliştirilmesi, halkın bilgilendirilmesi yoluyla mevcut binalarda hava kalitesini artıracak tedbirlerin alınmasının sağlanması, yeni materyal ve teknolojilerin geliştirilmesi, sağlığı ön planda tutan bireysel davranış ve tüketicilerin

bilgilendirilmesi, bu alanda araştırma ve geliştirme için yapılan çalışmalarda önemli miktarda artışın gerekliliği ortaya konmaktadır.

2003-2023 Döneminde Gelişme ve Değişimleri Belirleyecek Temel Eğilim ve İtici Güçler

Türkiye küreselleşen dünyada -istese de, istemese de- Avrupa'ya yakın olması, Avrupa Birliği'ne entegre olmayı istemesi nedeniyle bir itici güce sahiptir. Küreselleşen dünyada çeşitli antlaşmalara imza koymak bu itici gücü ayrıca sağlamaktadır.

Türkiye, Gündem 21, Johannesburg'daki bilgiye dayalı karar alma sürecinde Uygulama Planı'nı kabul ederek bu süreçleri taahhüt etme kararını vermiştir. Sürdürülebilir kalkınma sürecinde gelişmiş ülkelerin çözmeye çalıştıkları hava kirliliği problemleri Türkiye'nin taraf olması veya olma yolunda çalışması diğer bir itici kuvvettir.

Bu Alanda Türkiye'nin Güçlü ve Zayıf Yanları, Tehdit ve Fırsatlar

- Hava kirliliği kontrolü açısından en önemli zayıf yanlardan birisi finansal kaynaktır. Genelde hava kalitesi izleme için gerekli olan istasyonlarda kullanılacak olan cihazların maliyeti bu istasyonların geleneksel kirleticilerin izlenmesi için yeniden düzenlenmesi ve donatımı, örnek sayısının fazlalığı, analizlemede pahalılık, kriz sürecinde olan ve ek kaynak konusunda zorlanan ülkemiz için düşündürücü bir **zayıf** yandır.
- Diğer yandan gelişmiş ülkelerin bu işi yönlendirmeleri sebebiyle kaynaktaki problemler ülkelerarası dayanışma ile çözümlenebilir olması bu geçiş süreci için bir **fırsat** olabilir.
- Çevresel verilerin toplanıp değerlendirilmesinin direkt etkisinin toplum tarafından ve karar verici mekanizma için popüler bir konuymuş gibi gözükmemesinden dolayı bu alana yapılması gereken araştırma ve izleme için gerekli kaynak aktarımı zorlaşmaktadır. Genç nüfusun çokluğu ve çevre bilincinin arttığı göz önünde bulundurulursa, önümüzdeki yirmi yılda karar verici mekanizmayı zorlayıcı güce sahip olarak bu alanda yapılacakların artmasını sağlayabilecek , çevre bilinci artmış genç nüfusun varlığı bir **fırsat** olarak değerlendirilebilir.
- Verilerin tek bir kuruluş altında toplanıp bir birim tarafından değerlendirilememesi ve denetlemedeki boşluklar ve iyi bir denetim ağının kurulmamış olması **zayıf** bir yandır. Ama sisteme verilerin tek kuruluş altında toplanması entegre edilebilmesi farklı kuruluşların denetim aynı veriyi farklı açılardan denetlemesi denetimdeki boşluğu doldurabilir.
- Çevre laboratuvarlarının yetersizliği ve standartlarının güvenilir olmaması **zayıf** yanlardan biri olmasına rağmen yeni kurulacak laboratuvarların standartlara ve yeni teknolojilere sahip olacak olması başlangıç noktası için bir **fırsattır**.

- Halen eski teknolojilerin kullanılıyor olması (kurşun yakıtlı otomobiller, Voc kontrollerinin veya NO_x kontrol teknolojilerinin yaygın olmaması) ve yeni teknolojide dışa bağımlılık sebebiyle pahalılık sözkonusudur.
- Bütün bu olumsuzluklara rağmen, konuyla ilgili yetişmiş insan gücü olması ve çözümler için gerekli yaklaşımların gelişmiş ülkeler tarafından halihazırda geliştirilmiş olması **güçlü** bir yan teşkil etmektedir. Yeni teknoloji transferleri için sanayi kuruluşu bununda çevre ve uluslararası üretim standartlarıyla ülkeye transfer edilebilme olasılığı mevcuttur.
- Konunun çeşitli çevrelerce bir çıkar aracı olarak kullanılıp yeterince itina ile yaklaşılamama olasılığı **tehditlerin** en başında gelir. Yeni teknoloji transferi denilerek geçmişte tekstil sektöründe yaşanan gibi, eski teknolojiyi çıkar gruplarını yönlendirerek ülkeye getirmek olabilir.
- Gündem 21, Avrupa Çevre Ajansına üyelik, ve Türkiye'nin Avrupa'ya entegre olmaya çalışması, AB nin 6.cı Çerçeve Programına üyelik, hem araştırma hem de uygulama konusunda yapılacaklar için bir **fırsat** sayılabilir.

Gelecek Vizyonu ve Sosyo-Ekonomik Hedefler

Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınmayı hedeflediğini kabul ederek işe başlarsak; öncelikle kendi Ulusal Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisini belirleyip bu bağlamda gelişmiş ülkelerin şu an çözmüş olduğu hava kirliliği problemlerini çözmeye çalışması ve buna paralel olarakta dünyada genellenen ve sürdürülebilir kalkınmada öncelikli olan problemlere olan çözümlere uymak yolunda çalışmalara başlaması ilk vizyon olmalıdır. Bu vizyonla ilgili hedefler: hukuki ve sistemselsel, hava kirliliği ve bina içi hava kirliliği azaltılması, kontrolü, üretici ve tüketicinin bilinçlendirilmesiyle ilgili eğitim alanındaki düzenlemeler olarak sınıflandırılabilir.

Hukuki ve Sistemselsel Düzenlemeler

Kurumlararası yetki ve sorumlulukların veri toplama, değerlendirme, ve denetleme açısından hangi kuruluşun hangi veriyi toplaması ve denetlemesinin sınırlarının yasayla belirlenmesi.

Verilerin toplanması konusunda sadece kamu kurum ve kuruluşlarının değil, üniversitelerin, sivil toplum örgütlerinin de organize edilerek kısa sürede veri bankasının oluşturulması.

Sürdürülebilir Kalkınma dahilinde sadece hava kirliliği değil bina-içi hava kirliliği konusunda da program geliştirilmesi ve uygulanması.

Hava Kirliliği

Ulusal Çevre Eylem Planı'nda belirtilen hava kirliliği konusunda düzenleme ve uygulamaların hayata geçirilmesi.

Düzenli veri toplama amacıyla ülke çapında ölçüm istasyonlarının bir plan dahilinde yaygınlaştırılması ve var olanların donanım açısından geliştirilmesi.

Kirliliğin kaynaktan azaltılması ya da yok edilmesi yolunda gerekli düzenleme, araştırma, ve uygulamaların yapılmasını sağlamak. Bu vizyona yönelik hedefler: (1) Ulaştırmadan kaynaklanan emisyonları azaltmak için kurşunsuz benzin üretim ve kullanımının yaygınlaştırılması, (2) Alternatif yakıtlar ve bu yakıtları kullanan araçlar için araştırma yapılması, teknoloji geliştirilmesi veya transferi ve bu araçların üretim ve kullanımı yolunda eğitim ve teşviklerin yapılması, (3) Endüstriyel kaynaklardan emisyonları azaltacak kirlenici kontrol teknolojilerinin geliştirilmesi, transferi ve uygulanmasını sağlamak, (4) Yakma ünitelerinin performanslarını arttıracak yeni teknoloji ve uygulamaların geliştirilmesi, transferi ve uygulanmasını sağlamak, (5) Yakma ünitelerinde kirlenici içeriği az olan yakıtların yakılması konusunda eğitim ve teşviklerin yapılması, (6) Hastane ve zehirli atıkların yakıldığı tesis emisyonlarının kontrolünün sağlanması, (7) Kaynaktan emisyon azalmasını sağlayacak denetim mekanizmalarının etkili bir şekilde uygulanması, (8) Bu konudaki yetişmiş eleman eksikliğinin giderilmesine yönelik programların uygulanması.

Kirlenicilerin kaynaktan çıktıktan sonra insanlara ulaşan konsantrasyonların belirlenmesini sağlayacak taşınım-yayılm modellerinin geliştirilmesi ve uygulanması.

Ozon tabakasının korunması konusunda yapılan antlaşmalarda gelişmeleri takip edip uygulamaya koymak. İklim değişikliği ile ilgili anlaşmaya imza koyulmamış dahi olsa gelecekte ortaya çıkabilecek bağlayıcılıklar için düzenlemeler getirmek ve yeni teknolojileri transfer etmek veya bu konuda CO₂ emisyonunu azaltacak alternatifleri değerlendirmek.

Asit yağmurlarının temel sebebi olan NO_x ve SO₂ kontrolü için yeni teknolojilerin kullanımı yönünde sanayii teşvik etmek. Bu teknolojilerle ilgili sanayinin ülkemizde üretim fizibilitealarının yapılması, teknoloji üretimi ile transferinin karşılaştırılması.

Sınırlar ötesi taşınım yoluyla doğayı etkileyen toksik ve kalıcı maddelerin üretim ve tüketimi konusunda dünya trendlerini takip etmek. "Green chemistry" yönünde sanayii yönlendirmek.

Bina-içi hava kirliliği

Bina-içi hava kirliliğinin standartlar ve yönetmeliklerle düzenlenerek insan sağlığı alanında büyük kazançlar sağlamak. Bu vizyona yönelik olarak hedefler:

(1) Araştırma yoluyla risk değerlendirmesi metodlarının geliştirilmesi, (2) Sağlık kazançlarının takibini sağlayacak gösterge ve/veya ölçütlerin geliştirilmesi, (3) Bina-içi çevresel kalitesi (BÇK) pratiklerinin geliştirilmesi, bu pratikler yoluyla elde edilen kazançların kanıtlanması, bireylerin bu ilişkiyi anlamalarını ve sahiplenmelerini sağlayacak eğitim ve bilgilendirme faaliyetlerinde bulunulması.

Yeni ve yenilenecek yapılar için BÇK'ni esas alan tasarım tekniklerinin geliştirilmesi. Bu vizyona yönelik olarak hedefler: (1) Bu vizyon için yarışmaların düzenlenmesi ve endüstri ile bilimsel kuruluşlar arasında ortaklıkların kurulması. (2) Bina sistemlerinin performansları için hedeflerin belirlenmesi ve teşvik

edilmesi, (3) Yüksek öğretim programlarının oluşturulması. (4) Yeni tasarım tekniklerinin maliyet-fayda analizlerinin yapılması ve uygun olan tasarımların yeni ve yenilenecek binalarda teşvik edilmesi.

Mevcut binalardaki hava kalitesinin iyileştirilmesi yönünde ulusal programların hazırlanması ve uygulanması. Bu vizyona yönelik olarak hedefler: (1) BÇK açısından ülkemizdeki mevcut durumun karakterize edilmesi, (2) Bina bakımı için standart uygulama prosedürlerinin geliştirilmesi, (3) Prosedürlerin bireyler tarafından uygulanabilmesi için gerekli bilgilerin sağlanması.

Yeni materyal ve ürünlerin geliştirilmesi. Bu vizyona yönelik olarak hedefler: (1) Bina-içi hava kirleticilerinden doğan sağlık risklerini azaltacak/elimine edecek araçların geliştirilmesi, (2) Yeni ürünlerin maruziyet/risk değerlendirilmelerinin yapılması, (3) Üreticileri bu tip yeni ürünleri geliştirmek yolunda eğitmek ve teşvik etmek, (4) Kullanıcıları bu ürünleri kullanmak üzere teşvik etmek ve eğitici programlar hazırlamak ve uygulamak.

Bina-içi hava kirliliğine karşı hassas nüfusu oluşturan çocuklar ve yaşlılar gibi alt grupların binalarına (yuva, yaşlı evleri vs.) düzenlemelerin getirilmesi.

Eğitim

Hava kirleticilerinin sebep olduğu sağlık ve çevre (taşınım yoluyla su ve toprak kirliliği vs.) kirliliği konusunda toplumun bilincini artıran eğitim programları ile halkın da denetim mekanizmasına katılacak şekilde bilinçlendirilmesine yönelik çalışmalar yapılması.

Toplumun çevre dostu ürünler kullanması konusunda bilinçlendirilerek üreticilerin çevre dostu teknolojilere yönlendirilmesi.

Bireylerin sağlığını ön planda tutan davranışların ve tüketicilerin bu konuda duyarlılığını geliştirecek eğitim ve teşvik programlarının geliştirilmesi ve uygulanması.

Teknolojik Faaliyet Konuları ve Teknoloji Alanları

Hava kirliliği ile ilgili faaliyet alanlarını belirlemek hava kirliliği için neler yapılması gerektiğini, eksikleri sıralama yolunda adım atmakla kesin bir şekilde ortaya çıkarabilir. En büyük eksiklik, Türkiye’de hava kirliliği ve bina-içi hava kirliliği alanında yeterli veri bulunmaması veya aranan verilerin istenen niteliklerde olmamasıdır. Bu problem teknolojik analiz cihaz donanımını arttırarak gerekli parametreleri izlemek yönünde bir ağ kurulmasına bağlıdır. Verilerin bir ağ dahilinde toplanıp değerlendirilip ve ulaşılabilirlik kolaylığının sağlanması için izleme-modelleme ve iletişim teknolojilerini kullanabilmek bu amaca hizmet edecektir.

Diğeri hava kirliliği yaratan parametrelerin kaynaktan azaltılması veya kontrolü ile ilgili teknolojiler kapsamına giren unsurlardır. Örneğin katalitik konvertörlerin geliştirilip kullanılması. Çıkan gazın atmosfere atılmaması için kontrol teknolojileri geliştirmek ve bu konulardaki araştırmaları arttırmak (örneğin sera gazlarından CO₂ depolanması ile ilgili araştırmalar gelecek için en yeni araştırma konularıdır) kendi kaynaklarımızı kullanarak yeni teknolojileri ekonomik olarak üretme çalışmalarının yapılması gereklidir.

Sürdürülebilir kalkınma kapsamındaki sürdürülebilir binalarla ilgili araştırmalar ve bu binalara hizmet verecek üretim teknolojileridir.

Temiz ürün, çevre dostu ürün anlamında ki üretim alanındaki ürün yelpazesini genişletmeye yönelik teknolojidir.

Çevre kirliliğini azaltmak anlamında alternatif enerji kaynaklarının araştırılması ve Türkiye'nin potansiyelini belirlemek ve varsa kullanım olanaklarının geliştirilmesi diğer faaliyet alanlarından biri olarak sınıflandırılabilir. Bu bağlamda yeni teknolojik konular ortaya çıkabilir. İsim olarak son bir kez özetlersek;

Kontrol Teknolojileri

VOC

NO_x

SO₂

CO₂

Toksik ve Kalıcı Kirleticiler

Temiz Ürün Teknolojileri

Alternative yakıtlar ve enerji kaynakları

Çevre dostu kimyasal üretimiyle ilgili teknolojiler

Katalizör , Çevre dostu ürün (her alanda)

İzleme-Modelleme Yazılım Teknolojileridir.

REFERANSLAR:

Çevre Bakanlığı Web Sayfası

DPT Yayınları (1998), Ulusal Çevre Eylem Planı, *Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliği*,

Grubb, M., Vrolijk, C., and Brack. D., 1999. *The Kyoto Protocol: A Guide and Assessment*, Royal Institute for International Affairs, Energy and Environmental

Programme, London, UK.

Hammond ve diğerleri (1995), *Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*, World Resources Institute. (2002).

Janetos, A.C. and Wagener, A., 2002. *Understanding the Ancillary Effects of Climate Change Policies: A Research Agenda*, Policy Brief, World Resources Institute, Washington, DC, USA.

Petkova, E. and Veit, P. 2000. *Environmental Accountability Beyond the Nation-State: The Implications of the Aarhus Convention*, Environmentatl Governance Notes, World Resources Institute, Washington, DC, USA.

TÜBİTAK (2000), *Ege Bölgesi Emisyon Envanteri*, Proje No: YDABÇAG-198Y094

TÜBİTAK-TTG V (2002), Temiz Üretim-Temiz Ürün Çevre Dostu Teknolojiler Çalışma Grubu, *Ulaştırma Sektörü Raporu*.

UN ECE, 2002. *The Convention on Long-range Transboundary Air Pollution: International Cooperation in Action in the United Nations Economic Commission for Europe Region*, United Nations Economic Commission for Europe, Environment and Human Settlements Division, Geneva, Switzerland, <http://www.unece.org/env/lrtap/>.

UN ECE, 2002. Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone, United Nations Economic Commission for Europe, Environment and Human Settlements Division, Geneva, Switzerland, <http://www.unece.org/env/lrtap/>.

UN ECE, 2002. Executive Summary–2000 Review of Strategies and Policies for Air Pollution Abatement, United Nations Economic Commission for Europe, Environment and Human Settlements Division, Geneva, Switzerland, <http://www.unece.org/env/lrtap/>.

US EPA, 2001. *Healthy Buildings Healthy People*, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation, Washington, DC, USA.

US EPA, 2002. *Clear Skies Act*, <http://www.epa.gov/clearskies/>.

US EPA, 2002. *Integrated Risk Information System*, <http://www.epa.gov/iris/>.

US EPA, 2002. Office of Air and Radiation web pages, <http://www.epa.gov/oar/>.

UN Environment Programme, The Ozone Secretariat, 2002. <http://www.unep.ch/ozone/index-en.shtml>.

Winkler, H., Spalding-Fecher, R., Mwakasonda, S., and Davidson, O., 2002. *Sustainable Development Policies and Measures: Starting From Development to Tackle Climate Change* in 'Building on the Kyoto Protocol: Options for Protecting the Climate' pp. 61-88, ed. by Baumert, K.A., World Resources Institute, Washington, DC, USA.

WRI, 2001. Turkey's Trends, EarthTrends[®], World Resources Institute, Washington, DC, USA, <http://earthtrends.wri.org/>.

