

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ÇEVRE SAĞLIĞI

**HAVA KİRLİLİĞİ
850CK0032**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. HAVA KİRLİLİĞİNE NEDEN OLAN KAYNAKLAR	3
1.1. Hava	3
1.2. Hava Karışımındaki Gazlar	3
1.2.1. Havada Devamlı Bulunan ve Çoğunlukla Miktarları Değişmeyen Gazlar	4
1.2.2. Havada Devamlı Bulunan ve Miktarları Azalıp Çoğalan Gazlar	4
1.2.3. Havada Her Zaman Bulunmayan Gazlar (Kirleticiler)	5
1.3. Atmosfer	7
1.4. Atmosferin Kimyasal Yapısı	7
1.5. Atmosferin Katmanları	7
1.6. Hava Kirliliği	8
1.6.1. Hava Kirliliğinin Nedenleri	9
1.6.2. Hava Kirliliğini Meydana Getiren Şartlar	13
UYGULAMA FAALİYETİ	15
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	17
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	18
2. HAVA KİRLİLİĞİNİN İNSAN VE ÇEVRE SAĞLIĞINA OLAN ETKİLERİ	18
2.1. Hava Kirliliğinin İnsanlar Üzerine Olan Zararlı Etkileri	19
2.2. Hava Kirliliğinin Hayvanlar Üzerine Olan Zararlı Etkileri	21
2.3. Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerine Olan Zararlı Etkileri	21
2.4. Hava Kirliliğinin Ekonomik ve Diğer Zararları	23
2.5. Hava Kirliliğinin Sera Gazı, Küresel Isınma ve İklim Değişikliğine Olan Etkileri	23
2.5.1. Sera Gazı, Küresel Isınma ve İklim Değişikliğine Karşı Alınacak Önlemler	26
2.6. Hava Kirliliğine Karşı Alınabilecek Önlemler	27
2.6.1. Yerleşik Kaynak Kirliliğine Karşı Alınabilecek Önlemler	28
2.6.2. Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliğine Karşı Alınabilecek Önlemler	28
2.6.3. Yerleşim Alanları ve Peyzaj Düzenlemesi ile İlgili Alınabilecek Önlemler	29
2.7. Yakıtlar	30
2.7.1. Kullanılan Yakıtların Verimli Yanma Teknikleri	32
2.7.2. Hava Kirliliğine Neden Olan Yakıtların Kontrolü	33
2.8. Bacalar	34
2.8.1. Baca Çeşitleri	34
2.9. Baca Filtreleri	35
2.9.1. Filtre Çeşitleri	35
UYGULAMA FAALİYETİ	37
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	39
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	40
3. HAVA KİRLİLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ	40
3.1. Hava Kalitesi Ölçüm Yöntemleri	41
3.2. Hava Kirliliği Limit Değerleri	42

3.2.1. Hava Kirleticileri Konsantrasyonları ve Çökelme Oranlarının Değerlendirilmesinde Referans Metotlar	45
3.2.2. Hava Kalitesi İndeksi	46
3.3. Hava Kirliliği Ölçme Sıklığı.....	48
3.3.1. Hava Kirliliği Seviyesinin Ölçüm ve Tespiti	49
3.4. Ölçme Sonuçlarının Değerlendirilmesi	50
3.4.1. Hava Kalitesinin Saptanması.....	51
3.4.2. Hava Kalitesi Değerlendirmesi Sonuçları	52
3.5. Hava Kirliliğinde Çevre Sağlığı Teknisyeninin Görev ve Sorumlulukları.....	52
UYGULAMA FAALİYETİ	54
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	55
MODÜL DEĞERLENDİRME	56
CEVAP ANAHTARLARI.....	58
KAYNAKÇA.....	59

AÇIKLAMALAR

KOD	850CK0032
ALAN	Çevre Sağlığı
DAL/MESLEK	Çevre Sağlığı Teknisyenliği
MODÜLÜN ADI	Hava Kirliliği
MODÜLÜN TANIMI	Gerekli şartlar sağlandığında, hava kirliliğini meydana getiren nedenler ve kirlilik kaynaklarını, sağlığa uygunluk işlemlerini, hava kirliliğine karşı alınabilecek önlemleri, hava kirliliğinin çevre sağlığına olan zararlarını ve hava kirliliğine yönelik ölçme sonuçlarının limit değerlere uygunluk işlemlerinin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖNKOŞUL	
YETERLİK	Hava kirliliği ile mücadele işlemlerini yürütmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Mevzuat doğrultusunda hava kirliliği ile mücadele işlemlerini yürütebileceksiniz. Amaçlar 1. Gerekli şartlar sağlandığında, hava kirliliğini meydana getiren nedenler ve kirlilik kaynaklarının sağlığa uygunluk işlemlerini yürütebileceksiniz. 2. Gerekli şartlar sağlandığında, hava kirliliğine karşı alınabilecek önlemler ve hava kirliliğinin çevre sağlığına olan zararlarının bertarafına yönelik işlemleri yürütebileceksiniz 3. Yürürlükteki mevzuat doğrultusunda, hava kirliliğine yönelik ölçme sonuçlarının limit değerlere uygunluk işlemlerini yürütebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Donanım: Kalem, kâğıt, matbu tutanak, hava kirliliği ölçüm cihazı Ortam: Sınıf, teknik laboratuvar.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan, her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modülün sonunda, ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, v.b) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Hava kirliliğinin, başta insan sağlığı olmak üzere görüş mesafesi, materyaller, bitkiler ve hayvan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri vardır. Katı yakıtlar ve akaryakıt gibi karbonlu maddelerin tam yanmamasından meydana gelen katı ve sıvı parçacıkların bir gaz karışımı olan duman, hava kirliliğinin bir çeşididir.

Hava kirliliğinin, sanatsal ve mimari yapılar üzerinde tahrip edici ve bozucu etkisi vardır. Bitkiler üzerinde ise öldürücü ve büyümelerini engelleyici olur. Bu nedenle hava kirliliği, hem canlıların sağlığı açısından hem de ekonomik yönden zarar vericidir.

Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri, atmosferde yüksek miktardaki zararlı maddelerin solunması sonucu ortaya çıkar.

İnsanların sağlıklı ve rahat yaşayabilmesi için havanın mutlaka temiz olması gerekir. Havanın doğal yapısını bozan ve kirleten maddelerin başka bir deyişle kirli havanın solunması, özellikle akciğer dokusunu tahrip ederek öldürücü olabilir.

Sizler bu modülle hava kirliliğinin zararlı etkilerini, sınır değerlerini ve ölçüm yöntemlerini öğreneceksiniz. Bu bilgiler doğrultusunda yapmış olduğunuz uygulamalarla çevre sağlığına büyük katkıda bulunacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli şartlar sağlandığında, hava kirliliğini meydana getiren nedenler ve kirlilik kaynaklarının sağlığa uygunluk işlemlerini yürütebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Hava karışımında bulunan gazları araştırınız.
- Hava kirliliğine neden olan kaynakları araştırınız.
- Bulduğunuz ilde hava kirliliği kaynaklarını araştırınız.
- Yaşadığınız bölgede sanayi tesislerinin hava kirliliğine etkisini araştırınız.
- Yaşadığınız bölgede trafik yoğunluğunun hava kirliliğine etkisini araştırınız.
- Bulduğunuz bölgede hava kirliliğini önlemeye yönelik alınan tedbirleri araştırınız.

1. HAVA KİRLİLİĞİNE NEDEN OLAN KAYNAKLAR

Hava kirliliğine neden olan kaynaklardan bahsetmeden önce havayı ve hava karışımında bulunması gereken gazları bilmemiz gerekir.

1.1. Hava

Hava; yeryüzünü saran, atmosfer tabakasını oluşturan renksiz, kokusuz ve tatsız gaz karışımıdır.

Hava, insan ve canlıların yaşaması için hayati öneme sahiptir. İnsanın günde yaklaşık olarak 2.5 lt su, 1.5 kg besin, 10 - 20 m³ havaya ihtiyacı vardır. Canlılar aç ve susuz günlerce yaşayabileceği halde nefes almadan birkaç dakikadan fazla duramaz. Bu yüzden doğal bileşimdeki hava, tüm canlılar için zorunlu olan yaşamsal bir hakttır. Yeryüzüne yakın yerlerde havanın öz kütlesi artarken yeryüzünden uzaklaştıkça azalır.

1.2. Hava Karışımındaki Gazlar

Havada değişik yapı ve özelliklerde çeşitli gazlar bulunur. Hava kirliliği modern yaşamın bir sonucu olarak karışımıza çıkar. Yaşadığımız kentlerde; ulaşım, ısınma, aydınlanma için gerekli enerji ve üretimin artıkları, havayı yoğun gaz ve toz kalıntılarıyla doldurur.

Aşağıda havada bulunan gazlar üç grupta toplanmış olarak veriliyor.

1.2.1. Havada Devamlı Bulunan ve Çoğunlukla Miktarları Değişmeyen Gazlar

- **Oksijen:** Canlıların hayatının devamı için gerekli olan önemli bir gazdır. Oksijen aynı zamanda yanma olayı için gereklidir. Oksijenin bulunma oranı ve mevcut miktarı son derece önemlidir. Atmosferdeki oksijen oranı % 21' dir. Havadaki oksijen, organizmada besinlerin ağır yanması (alevsiz ve çok ısı vermeden) için şarttır. Bu yanma, vücut ısısını korur, organizmaya kasların ihtiyacı olan maddeleri sağlar.
- **Azot:** Atmosferde kirletici olarak bulunan azot monoksit ve azot dioksit genelde "Azot Oksitleri" **terimi ile ifade edilir. Azot oksitleri daha çok enerji santrallerinden ve motorlu araçların** egzoz borularından yayılır. Azotoksitlerin solunması kalp, akciğer ve karaciğer rahatsızlıklarına ve solunum yolu hastalıklarına yol açar.
- **Diğer asal gazlar:** Havada, miktarı çok az olan gazlar da vardır. Bunlar; neon, helyum ve ksenondur.

1.2.2. Havada Devamlı Bulunan ve Miktarları Azalıp Çoğalan Gazlar

- **Karbondioksit:** Karbondioksit, (CO₂) renksiz, kokusuz ve zehirsiz bir gazdır. Normal atmosfer şartlarında %0.03-%0.06 arasında değişen konsantrasyonlarda, kaynak sularında da çözülmüş halde bulunur. Bir milyon hava molekülünde yaklaşık 350 karbondioksit molekülü bulunur. Çevrede önemli görevi vardır. Örneğin, bitkiler karbon dioksit alırlar ve fotosentez yapımında kullanarak yaşamlarını sürdürürler. Karbondioksitin diğer bir özelliği de güneşten gelen ışınların değişmeden yeryüzüne ulaşmasını sağlamaktır. Karbondioksit doğal veya yapay olarak yanma ya da oksidasyon sonucunda oluşur. CO₂'nin kendisi toksik bir gaz değildir. Ancak atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun yükselmesi sonucu, güneşten gelen kısa boylu dalgaların atmosferde tutulması söz konusu olduğunda, yeryüzü sıcaklığının artmasına, yani sera etkisine neden olur.
- **Su buharı:** Havada değişen oranlarda su buharı bulunur. Toz parçacıkları, bakteriler ve bitkilerden uçan sporlar her zaman havada mevcuttur.
- **Ozon:** Simgesi O₃ olan ozon keskin kokulu, solunumu tehlikeli, mavi renkli bir gazdır. Aynı zamanda oksijenin kimyasal bir bileşenidir. Yer yüzeyi yakınlarında zehirli bir kirletici olmasına rağmen, üç oksijen atomunun birleşmesinden oluşan ozon (O₃) stratosfer tabakasında yaşamsal önem taşır.

Az miktarda şimşek çakmaları sırasında oluşur. Atmosferin üst kısımlarında güneş ışınları ile havadaki oksijen arasında gerçekleşen tepkime ile oksijen ozona dönüşür. Bu tepkimeler 25 – 30 kilometre yukarılarda olur. Bu bölgede ozon tabakası vardır. Ozon tabakası yaşam için zararlı olan mor ötesi ışınları soğurur ve bize kadar gelmelerini büyük ölçüde önler. Ozon özellikle, oksijenle birlikte güneşten gelen ultraviyole ışınlarının büyük kısmını stratosfer tabakası içerisinde emer ve bu ışınların yeryüzüne ulaşmasını önleyerek yakıcı etkisini yok eder. Stratosfer tabakasındaki ozon hem iklimi etkiler hem de yeryüzündeki canlıları korur.

1.2.3. Havada Her Zaman Bulunmayan Gazlar (Kirleticiler)

Havanın tabii bileşimini değiştiren is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki kimyasal maddeler hava kirleticisi olarak tanımlanır. Hava kirlenmesinin sebepleri özellikle kentsel kirleticiler olarak bilinen ve fosil yakıtlar ile motorlu taşıt araçlarından kaynaklanan kirleticilerdir.

Doğal hava bileşimini bozan bütün maddeler kirleticisi olarak tanımlanır. Hava kirleticileri genel olarak kaynaklarına göre sınıflandırılır:

- **Birincil kirleticiler:** Atmosfere doğrudan salınan kirleticilerdir. Bunlar; kükürt dioksit, (SO_2) hidrojen sülfür, (H_2S) azot monoksit, (NO) azot dioksit, (NO_2) karbon monoksit, (CO) karbondioksit, (CO_2) hidrojen florür, (HF) partiküller vb.
- **İkincil kirleticiler:** Atmosferdeki kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan kirleticilerdir. Bunlar; kükürt trioksit, (SO_3) sülfürik asit, (H_2SO_4) aldehitler, ketonlar, asitler, endüstriyel duman vb. İkincil kirleticilerin kontrolü, birincil kirleticilerin kontrolüne göre genellikle daha zordur.

Sıklıkla karşılaştığımız hava kirleticileri şunlardır;

- Kükürt oksitler
- Azot oksitler
- Karbon monoksit
- Hidrokarbonlar
- Organik maddeler
- Partikül maddeler (tozlar ve aerosoller)
- Ağır metaller

1.2.3.1. Kükürt Oksitler

Havadaki kükürt oksitler içerisinde en önemlisi kükürt dioksit (SO_2) gazıdır. Kükürt oksit kirleticilerinin oluşmasının en büyük nedeni, ısınma amaçlı ve sanayilerde kullanılan kömürlerdir. Kükürt oksit 0,3-1 ppm seviyelerde ağızda kötü bir tat bırakır, 3 ppm' in üstünde ise boğucu bir hisse neden olur.

1.2.3.2. Azot Oksitler

Azot oksitler havadaki en önemli kirleticisi gazlardandır. Yanma sürecinde yüksek sıcaklık bölgesinde oluşan NO ile bunun daha ileri oksitlenme ürünü olan NO_2 gazlarının toplamından oluşur. Azot oksitleri daha çok enerji santrallerinden ve motorlu araçların egzoz borularından yayılır. Bir azot oksit olan nitrojen dioksit (NO_2) solunması kalp, akciğer ve karaciğer rahatsızlıklarına ve solunum yolu hastalıklarına yol açar.

1.2.3.3. Karbon Monoksit

Karbon monoksit, (CO) renksiz, kokusuz ve havanın ortalama mol ağırlığına yakın bir gaz olup hem kaynak noktasında etrafa iyi dağılmaması hem de renksiz ve kokusuz olması sebebiyle varlığı fark edilmeyen bir kirleticidir. Fosil yakıtların kullanılması, egzoz gazları, orman yangınları ve kapalı mekânlardaki sigara dumanı gibi nedenlerle atmosfere büyük oranda karbon monoksit (CO) gazı yayılır. Karbon oksitleri, baş dönmesi ve reflekslerde yavaşlamaya sebep olur. Havada yüksek oranda bulunmaları ölümlere neden olabilir.

1.2.3.4. Hidrokarbonlar

Motorlu taşıtlarda kullanılan petrolün, tüm olarak yanmaması etilen (C₂H₄) ve benzen (C₆H₆) gibi hidrokarbonların çevreye yayılmasına neden olur. Bu hidrokarbonlar, havadaki başka kimyasal maddelerle tepkimeye girdiğinde, gözlere ve solunum yollarına zarar verir. Benzen gibi bazı hidrokarbonların kanser yapıcı etkileri de vardır.

1.2.3.5. Organik Maddeler

Genel olarak kirlilik, havadaki katı parçacıklar ve kükürt dioksit miktarına göre belirlenir. Oysa atmosferde oluşan kimyasal olaylarda, organik maddeler büyük rol alır. Çünkü organik maddeler, atmosferde ister reaksiyona girsinler, ister girmesinler kimyasal reaksiyonların çekirdeğini oluştururlar. Hava kirliliği denildiğinde, kirleticiler ve bunların bulunduğu atmosfer ortamı aynı derecede rol oynar. Herhangi bir yerde hava kirliliği çalışması yapıldığında, ilk olarak o bölgenin meteorolojik koşulları ve havanın kimyasal yapısının incelenmesi gerekir.

1.2.3.6. Partikül Maddeler

Sıvı veya katı taneciklerin gaz ortamında askıda durmasıyla oluşan toz veya partikül madde diye adlandırılan kirletici türüdür. Bu asılı maddelerin çok ince olup havada koloidal süspansiyon oluşturmalarına aerosol denmektedir. Doğal sis olayında asıl etken bu aerosollardır. Bunun gibi kirlenmeye bağlı yapay sis olaylarında da aerosollar etkili olur. Tozlar, katı maddelerdir ve doğrudan endüstri veya ısınma tesislerinin atık gazlarıyla havaya atılan kül, kömür, çimento tozları, kum, talaş ve toprak gibi maddeler bu sınıfa girer. Partikül maddeler kirleticilerin zararlı etkilerinin daha yoğun hissedilmesine neden olur.

1.2.3.7. Ağır Metaller

Atmosfer kirliliğinin bir bölümünü oluşturan metaller; fosil yakıtların yanması, endüstriyel işlemler, metal içerikli ürünlerin incineratörlerde (atıkların kontrollü bir biçimde yakılarak imha edilmesinde kullanılan bir cihaz) yakılması sonucunda ortama yayılır.

İnsan sağlığını büyük ölçüde olumsuz yönde etkileyen metaller arasında atmosferde yaygın olarak bulunan; kurşun, kadmiyum, nikel, cıva metalleri ve asbest önem taşır. Dokularında birikime uğramalarından ve muhtemel sinerjik (İki veya daha fazla kirletici maddenin yaratmış olduğu kirliliğin tek başına olmasına nazaran birbirleri ile etkileşim halinde daha fazla ve daha zor ayrıştırılabilir kirlilik oluşturması durumudur.) etkilerinden dolayı insan sağlığı üzerinde toksik etki gösterir.

1.3. Atmosfer

İçinde çeşitli gazların, su buharının, toz zerreciklerinin bulunduğu, yerküreyi saran gaz kütleyle, atmosfer adı verilir. Atmosfer, yerkürenin etrafında adeta düzenleyici ve koruyucu bir örtü şeklindedir. Atmosferdeki hava tabakasının kalınlığı 150 km'dir. Bunun sadece 5 km'si canlıların yaşamasına elverişlidir. Yeryüzünden uzaklaştıkça hava tabakasının yoğunluğu azalır.

➤ Atmosferin özellikleri

- Atmosferin en önemli özelliği, oksijeni bulundurmasıdır.
- Su buharını bulundurur.
- Yeryüzünün fazla ısınmasını ve fazla soğumasını engeller.
- Dünya ile birlikte dönerek ısınmadan kaynaklanacak olan yangınları engeller.
- Güneşten gelen zararlı ışınları süzer.
- Güneş almayan yerlerinde aydınlık olmasını, ısınmasını sağlar.
- Yer şekillerinin aşınmasına ve düzleşmesine sebep olan dış kuvvetleri oluşturur.

Bunlara ek olarak atmosferi dünyanın yorganı olarak nitelendirebiliriz.

1.4. Atmosferin Kimyasal Yapısı

Dünyamızı çevreleyen, güneşten gelen enerjinin hızlı bir şekilde uzaya geri dönmesini önleyen ve canlılar için yaşamsal önem taşıyan gaz külesine atmosfer denir. Atmosferde birçok gaz vardır. Başlıcaları; azo,(N₂) oksijen, (O₂) argon, (Ar) karbondioksit, (CO₂) metan (CH₄) ve su buharıdır. Atmosferde en fazla bulunan gaz, azottur.

Atmosferi oluşturan gazlar ise deniz seviyesinden itibaren yaklaşık 1.000 km yukarıya kadar uzanmaktadır. Atmosferdeki toplam gaz konsantrasyonunun % 99'undan daha fazlası yer yüzeyinden itibaren ilk 40 km'lik tabakada bulunmaktadır.

1.5. Atmosferin Katmanları

Atmosfer birbirinden farklı kimyasal özelliklere ve değişik sıcaklık profiline sahip çeşitli tabakalardan oluşmaktadır. Atmosferi oluşturan gazlar ise deniz seviyesinden itibaren yaklaşık 1.000 km yukarıya kadar uzanır. Atmosferdeki toplam gaz konsantrasyonunun % 99'undan daha fazlası yer yüzeyinden itibaren ilk 40 km'lik tabakada bulunur.



Şekil 1.1: Sıcaklığa göre atmosferi oluşturan tabakalar

- **Troposfer:** Yerden 16 km yüksekliğe kadar ulaşan ilk atmosfer tabakasıdır. Canlılar, meteorolojik olayların tümünün meydana geldiği bu tabakada yaşarlar. En yoğun tabakadır. Bunda su buharının %99'unun ve atmosferi oluşturan gazların %75'inin burada olmasının etkisi vardır. Isı değişkenliğinin en fazla olduğu katmandır. Birçok meteorolojik olay ilk 6 km'de meydana gelir.
- **Stratosfer:** Atmosferin ikinci katmanı olup kararlı tabaka olarak adlandırılır. Durgun özellikli hava hareketleri görülür, bu nedenle sıcaklık her yerde aynıdır. Ozon gazı bu tabakada bulunur. Bu nedenle Ozonosfer adı da verilir.
- **Mezosfer:** 50-80 km.ler arasındaki tabaka olup sıcaklık yükseklikle azalma gösterir.
- **Termosfer:** Bu tabaka 90 km'den itibaren başlar. Sıcaklık önce yavaş daha sonra hızla artış gösterir.

1.6. Hava Kirliliği

Ekolojik dengeyi bozan, insan sağlığını ve canlı hayatını olumsuz bir şekilde etkileyen insanların çeşitli tüketim aktiviteleri ve ekonomik faaliyetler sonucu, yapay yollarla havanın bileşimindeki maddelerin normalin üzerinde yoğunluğa ve miktara ulaşması ile havanın doğal bileşiminin bozulmasına hava kirliliği denir.



Resim 1.1: Hava kirliliği

1.6.1. Hava Kirliliğinin Nedenleri

İnsanların çeşitli faaliyetleri sonucu meydana gelen üretim ve tüketim aktiviteleri sırasında ortaya çıkan atıklarla, hava tabakası kirlenir ve yeryüzündeki canlı hayatı olumsuz yönde etkilenir. Çeşitli amaçlarla yakılan yakıtlar, fabrika ve ev bacalarının dumanları, araçların egzoz gazları; havaya zehirli gazlardan olan karbon monoksit, kükürt dioksit ve nitrik asit gibi gazların bol miktarda karışmasına neden olur.

Atmosfer, genellikle içerisine karışan toksinli maddeleri eriterek etkisiz hale getirmesine rağmen meteorolojik ve topoğrafik şartlara bağlı olarak devamlı bir şekilde kirlenir.

Hava kirliliğine neden olan kirleticiler; tabii kaynaklardan meydana gelen kirlilik ve insan faaliyetleri sonucu yapay kaynaklardan meydana gelen kirlilik olmak üzere iki sınıfa ayrılır. Hava kirliliğinde, doğal kirlilik kaynaklarından çok yapay kaynaklardan meydana gelen kirlilik önemlidir.

1.6.1.1. Doğal Nedenler

Doğanın kendisinde bulunan hava kirliliği kaynakları; volkanlar, tozlar, orman yangınları, okyanus spreyleri ve buharlaşmadır. Bu kaynaklardan atmosfere çeşitli miktarlarda gaz ve partikül halinde emisyonlar yayılmaktadır.

- **Yanardağ/volkan faaliyetleri:** Volkanik faaliyetler esnasında meydana gelen gaz ve partiküller atmosferde kirliliğe neden olur. Volkanlar, atmosfere önemli miktarda kükürt dioksit ve partiküler madde yaydıkları için radyasyon dengesini olumsuz yönde etkiler. Volkanlar, doğal hava kirliliği kaynakları içinde ön planda yer alır.
- **Tozlar:** En büyük partikül kaynaklarından biri olan kalın kum tabakaları rüzgarlarla taşınarak uzun mesafelere yer değiştirebilir; bu değişim esnasında atmosferde hava kirliliğine neden olur. Kuru hava esnasında tozların rüzgârla savrulması da toprak erozyonuna neden olur.
- **Orman yangınları:** Sağlıklı bir orman ekosistemi, biyolojik çeşitliliğin ana kaynağıdır. Bu nedenden dolayı ormanlar, korunması gereken çevresel değerlerin başında gelir. Orman yangınları ile atmosfere önemli miktarlarda duman ve zehirli gazlar karışır. Orman yangınları;



Resim1.2: Doğal nedenlerden orman yangınları

- Bitkilerin ve hayvanların yok olmasına,
 - Erozyona,
 - Su kaynaklarının bozulmasına,
 - Hava kirliliğine,
 - Çölleşmeye, sele, heyelana ve çığ gibi felaketlere neden olur.
- **Okyanus spreyleri:** Okyanuslar ve denizler üzerinde tuz spreyleri şeklindeki sodyum klorür buharlaşma ve rüzgârlarla atmosfere yayılırlar.
- **Buharlaşma:** Eser gazların önemli bir kısmı okyanus ve denizlerden buharlaşma yolu ile atmosfere yayılır.

1.6.1.2. Yapay Nedenler

Hava kirliliğine neden olan yapay kaynaklar, insanların faaliyetleri sonucu oluşan kaynaklardır. Oluşan bu kirlilik, bulunan bölgenin endüstriyel gelişimi, nüfusu, şehirleşme durumu gibi faktörlere bağlı olarak değişim gösterir. Bunlar;

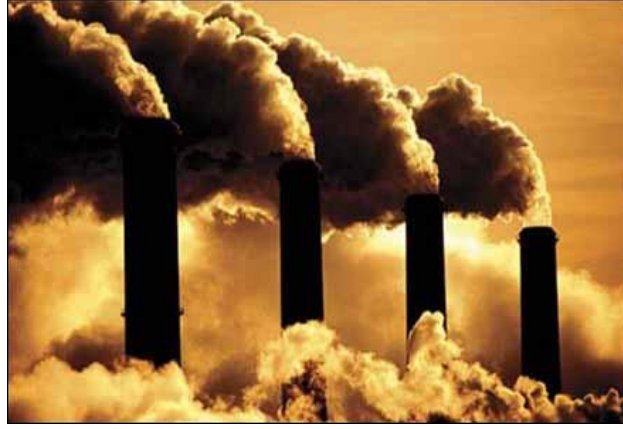
➤ **Isınmadan kaynaklanan kirlilik**

Kentlerimizdeki ısınmadan kaynaklanan hava kirliliği özellikle kış aylarında artış gösterir. Isınmadan kaynaklanan hava kirliliğinin temel sebepleri; ısınmada kalitesiz yakıtların (kükürt, kül ve nem oranı yüksek kalori değeri düşük kömürler) kullanılması, yanlış yakma tekniklerinin uygulanması ve kullanılan kazanların bakımlarının düzenli olarak yapılmaması olarak sıralanabilir. Ülkemizde tüketilen enerji kaynaklarının %41' i konutların ısıtılması amacıyla kullanılmaktadır. Isınmadan kaynaklanan hava kirliliğini azaltmak için alınması gereken önlemler aşağıda sıralanmıştır.

- Yakıt tasarrufu yapılmalıdır; ne kadar az yakıt tüketirsek hava o kadar az kirlenir.
- Temiz yakıt kullanılmalıdır.
- Yakıtlar tekniğine uygun yakılmalıdır.
- Kalorifer ve soba bacaları her sezon başında mutlaka temizlenmelidir.
- Kalorifer ateşçileri eğitilmeli, ehliyeti olmayan ateşçiler kalorifer kazan dairelerinde çalıştırılmamalı,
- Kaloriferler, bina dışındaki hava sıcaklığı 15 C° ve altına düştüğü zaman yakılmalıdır.

➤ **Sanayiden kaynaklanan kirlilik**

Fabrikaların bacalarından çıkan kimyasal gazlar, tozlar ve dumanlar havayı kirletir. Fabrikalarda enerji ihtiyacı için yakılan yakıtlar ve fabrikada yapılan işlemde oluşan kirleticiler baca ile havaya atılarak kirliliğe neden olur. İşyerleri ve fabrikaların çevreyi kirlilememeleri için gerekli önlemler alınmalıdır. Örneğin; temiz enerji kaynakları kullanılmalı, filtre sistemleri kurulmalı, geri dönüşümü mümkün olan hammaddeler kullanılmalı, personel çevre konusunda eğitilmeli, yeşillendirme çalışmaları yapılmalı, teknolojik yenilikler takip edilmeli ve uygulanmalıdır.



Resim 1.3: Sanayiden kaynaklanan hava kirliliği

➤ **Trafikten kaynaklanan kirlilik**

Her gün değişik şekilde yararlandığımız motorlu karayolu taşıtlarının havaya verdikleri karbon monoksit, hidrokarbon ve azot oksitler çevremizi, soluduğumuz havayı kirlletmektedir. Karbon monoksit üreten başlıca kirlletici kaynaklar arasında motorlu taşıtlar birinci sırada yer almaktadır. Bu nedenle büyük kentlerin ana cadde ve kavşaklarında, karayolları çevrelerinde havayı kirlleten madde emisyonları; (atmosfere atılan gaz, toz, is v.s.) önemli boyutlardadır. Emisyon; (salınım) yakıt ve benzerlerinin yanmasıyla sentez, ayrışma, buharlaşma vb. işlemlerle maddelerin yığılması, ayrılması, taşınması ve bu gibi diğer mekanik işlemler sonucu bir tesisten atmosfere yayılan hava kirlleticileridir.

Şehir trafiğindeki araçların; teknik bakımlarının yeterince yapılmaması, bilinçsiz kullanımı ve bir kısmının çok eski olması nedeniyle kirlletici özellikleri bir kat daha artar. Taşıtlarda hava kirliliği yaratan kirlletici kaynaklar, motor cinsine göre değişir. Taşıtlarda benzinli ve dizel motor olmak üzere iki tür motor kullanılır.

- Benzinli motorla çalışan bir aracın başlıca kirlletici kaynakları; egzoz borusu, benzin deposu, kartel havalandırma, karbüratör, fren balataları ve lastiklerdir.
- Dizel motorlu taşıtlarda ise başlıca kirlletici kaynakları egzoz borusu, fren balataları ve lastiklerdir.

Egzozdan üç tür duman çıkar;

- Siyah duman, tam yanmamış yakıt taneciklerinin oluşturduğu dumandır. Uygun yanma koşullarının olmadığını gösterir.
- Gri-Beyaz duman, tam yanma artığı maddelerin oluşturduğu dumandır. Uygun yanma koşullarının olduğunu gösterir.

- Mavi duman, yanmamış yakıt ve yağ karışımı olup, genellikle motorun bakıma ihtiyacı olduğunu gösterir.



Resim 1.4: Trafikten kaynaklanan hava kirliliği

➤ **Endüstriden kaynaklanan kirlilik**

Endüstri, hava kirliliği açısından büyük önem taşır. Sanayi tesislerinin kuruluşunda yanlış yer seçimi, çevrenin korunması açısından gerekli tedbirlerin alınmaması, (baca filtresi, arıtma tesisi olmaması vb.) uygun teknolojilerin kullanılmaması, enerji üreten yakma ünitelerinde vasıfsız ve yüksek kalorili yakıtların kullanılması kirlilik kaynağı oluşturur.

➤ **Termik santrallerden kaynaklanan kirlilik**

Termik santral reaktöründe toz halindeki linyit kömürünün yanması sonucu kömürde bulunan mineral maddeler yanmayıp uçucu kül olarak reaktörü terk eder. Reaktör çıkışında bulunan elektro filtreler normalde tozların % 99,4'nünü arıtabilir. Ancak her termik santralde bakım ve onarım çalışmaları nedeniyle bir ünite devamlı yedekte bekletilir. Çalışma süresini dolduran ve rutin onarım çalışmaları yapılacak ünitelerin yerine yeni ünite devreye alınır. Yeni ünitelerin ilk devreye alınmaları esnasında teknik nedenlerle elektrofiltreler çalıştırılmaz. Bu esnada baca dumanındaki uçucu küllerin atmosfere verilmesi sonucu önemli bir hava kirliliği oluşur.

➤ **Nükleer santrallerden kaynaklanan kirlilik**

Nükleer bir santralde radyoaktif gaz, sıvı ve katı atıklar meydana gelir. Sıvı ve gaz atıklar çevreye az da olsa bırakılır. Meydana gelen radyoaktif atıkların miktarı reaktör tipine, tasarımına, çalışma süresine ve reaktör inşasında kullanılan malzemeye bağlıdır. Normal şartlarda, tesisten radyasyon ve zehirli gaz yayılması yok denecek kadar azdır. Normal olarak çalışan bir nükleer santral herhangi bir hava kirliliğine sebep olmaz ve genelde kömür yakan termik santrallerden daha az radyasyon yayar. Nükleer reaktör teknolojisinin en önemli atığı, reaktör atıkları ve kullanılmış yakıtların yeniden işlenmesinden meydana gelen yüksek seviyeli atıklardır. Bunlar çok fazla ısı ve radyasyon yayarlar. Bundan dolayı bu atıklar 40 yıla yakın su havuzunda bekletilerek soğutulur. Nükleer elektrik santralinin ömrü 30-40 yıl arasındadır. Daha uzun süre kullanılması radyasyon açısından tehlikelidir.

➤ **Doğal gaz çevrim santrallerinden kaynaklanan kirlilik**

Doğal gaz temiz enerji kaynağı olduğu için çevrim santralleri çevre kirliliği açısından sorun olmaz. Ancak gaz sızıntısı, yangın ve patlamalar gibi sorunlarla karşılaşıldığında, güvenlik sorunu ortaya çıkar. Doğal gazlı kombine çevrim santralının çevresel etkileri, hava ve su kalitesinin bozulması ile karasal, görsel ve gürültü kirliliği olarak sıralanabilir.

1.6.2. Hava Kirliliğini Meydana Getiren Şartlar

Hava kirlenmesi modern yaşam tarzının bir sonucudur. Hızlı kentleşme süreci içinde büyüyen şehirlerde alt yapı eksiklikleri ortaya çıkar. Büyük şehirlerdeki işsizlik, konut sorunu, trafik yoğunluğu ve kaybolan yeşil alanlar, hava kalitesinin bozulmasına neden olur. Bozulan hava kalitesi hava kirliliğine neden olur. Kırsal alandan kentlere göç eden insanların yerleştiği yerlerde kullandıkları düşük kalite ve ucuz yakıtlar, hatta yakıt dışı maddeler hava kirliliğine neden olur.

Ulaşım, inşaat, enerji gibi sektörlerden yayılan duman ve gazlar hava kalitesini bozar. Sanayi üretimi sırasındaki yan ürünler, gazlar, duman ve metal oksitlerin havaya atılması kirlilik boyutunu artırır. Önemli bir fosil yakıt tüketicisi olan taşıtlar da hava kirliliğine büyük oranda katkıda bulunur.

Topoğrafik koşullar yani bölgenin dağlık, vadi vb. oluşu gibi özellikleri hava kirliliğine iki yönde etkide bulunmaktadır. Kenti çevreleyen alanların yüksek olduğu durumlarda çok düz ve çukur alanlarda belli saatlerde yakılan yakıtlardan çıkan dumanlar, çukur yerlerdeki kent merkezlerinde hava kirliliğine neden olur. Hava akımının engellenmesi, dikey ve yatay hava hareketlerinin oluşumuna elverişli olup olmama, çanak biçiminde oluş nedeniyle hakim rüzgarların etkisi dışında kalma, deniz kenarında olmaya bağlı olarak havanın sürekli neme doymuş olması topoğrafik koşulların önemli etkileri arasında sayılır.

Kent planlaması ve uydu kentlerin kurulması sırasında topoğrafik özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Seçilen yerleşim yerlerinin hava, su, toprak kirliliğine neden olmayacak özellikte bölgelerden seçilmesi gerekmektedir.

Dünyanın dönme hareketi, hâkim rüzgârlar, güneş ışınlarının o bölgeye geliş eğimi, yüksekliği, okyanus ve denize yakınlık, o bölgenin bulunduğu iklim kuşakları, meteorolojik özellikleri belirlemektedir. Hava akımlarına bağlı olarak havanın içerisinde bulunan maddeler ova içerisinde dispersiyona (dağılıma) uğrayabilir.

Yağışlar, hava içerisinde bulunan kirletici maddelerin yeryüzüne dönmesini kolaylaştırır. Bazı oksitlerle suyun birleşmesi, yoğun etkili bir takım asidik maddelerin oluşmasına neden olur.

Uzun ve soğuk gecelerde yeryüzüne yakın olan tabakalar daha kolay soğur. Bunun sonucunda üstteki tabakalar daha sıcak olacağından aşağıdan yukarı doğru hareket durur. Bazen rüzgârın etkisi ile iki hava tabakası arasına sıcak bir hava tabakası da girebilir. Buna, inversiyon (atmosferde normal şartlarda, hava sıcaklığının yerden yükseldikçe düşmesi yerine, tam tersi bir gidişat göstererek, belli bir yere kadar artması sonucu oluşan hava hadisesidir) denir. Bunun sonucunda alttaki hava tabakası yukarı doğru çıkarak kent üzerinden uzaklaşamaz. Kentin üzeri bir battaniye ile örtülmüş gibi olur.

Otoepürasyon (Suda eriyik veya süspansiyon halindeki organik ve inorganik maddeleri oksijenle doymuş inorganik bileşiklere değiştiren olay.) ile havada bir dereceye kadar temizlenme olmaktadır. Çünkü yağışla birlikte kirletici ögelerin bir bölümü yeryüzüne döner.; ancak bu dönüşüm yine göl, akarsu vb. kirlenmesine neden olması nedeniyle gerçek anlamda bir otoepürasyon dan söz edebilmek mümkün değildir.

Hava kirlenmesi Londra ve Los Angeles tipi olmak üzere iki tiptir.


- **Londra tipi hava kirlenmesi: (klasik duman)** Kömür ve petrol yanma ürünlerinin sisle karşılaşmasıyla oluşan kirliliği tanımlamaktadır. Bu tip, oldukça düşük sıcaklıkta ve oldukça yüksek nemde meydana gelir. İngilizcede sis ve duman sözcüklerinin birer hecesi alınarak SMOG terimi türetilmiştir, SMOG (sis ve duman karışımıdır) kenti battaniye gibi örter. En yüksek konsantrasyon sabahın erken saatlerinde olur. Kükürt dioksit birikimi ve sülfürik asit yoğunlaşmasıyla atmosfer kirlenmiştir. Londra tipi hava kirlenmesinin, bronşit ve astım rahatsızlıklarına neden olduğu ileri sürülmektedir. Bu maddeler yüksek yoğunlukta öldürücüdür. 1952 yılında Londra'yı kaplayan kalın sis ve duman tabakası, iki hafta içerisinde dört bin insanın ölümüne yol açmış, bir o kadar insan da üç ay içerisinde can çekişerek ölmüştür.
- **Los Angeles tipi hava kirlenmesi:** Bu tip kirlenmede ise dumandan çok gazlara bağlı bir kirlilik artışı görülür. Los Angeles okyanus kıyısındadır ve etrafı dağlarla çevrilidir. Şehir çanak şeklinde bir yere yerleşmiştir. Otomobil trafiği yoğundur. Okyanustan gelen sisin, otomobil egzoz gazlarıyla karışımı sonucu SMOG oluşmaktadır. Rafineri gazları da Los Angeles tipi hava kirlenmesine katkı yapar. Güneş ışığının etkisiyle oluşan fotokimyasal değişiklikler, hidrokarbonların ve nitrojen oksitinin meydana gelmesine yol açar. Gözlerde sulanma ve yanma, iltihaplanma, akciğer zedelenmesine sebep olur. Ayrıca bitkilerin kurumasına, boyaların aşınarak dökülmesine, lastiklerin çürümesine yol açar. Egzoz gazları kurşun zehirlenmesine de neden olabilir. Bu amaçla kurşunsuz benzin kullanılması önerilmektedir.



Resim 1.5: Hava kirlenmesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Hava kirliliğini meydana getiren nedenler ve kirlilik kaynaklarının sağlığa uygunluk işlemlerini yürütünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Atmosfer katmanlarının özelliklerini ayırt ediniz.</p>	 <p>➤ Şekil 1.1' i inceleyiniz.</p>
<p>➤ Hava karışımındaki gazların özelliklerini ayırt ediniz.</p>	<p>➤ Havada devamlı bulunan ve çoğunlukla miktarları değişmeyen gazların özelliklerini inceleyiniz.</p> <p>➤ Havada devamlı bulunan ve miktarları azalıp çoğalan gazların özelliklerini inceleyiniz.</p> <p>➤ Havada her zaman bulunmayan gazların özelliklerini inceleyiniz.</p>
<p>➤ Havada doğal olarak bulunmayan gazları ayırt ediniz.</p>	<p>➤ Kükürt dioksitin, hidrojen sülfürün çevre ve insan sağlığına olan etkilerini inceleyiniz.</p> <p>➤ Azot, azot dioksitin çevre ve insan sağlığına olan etkilerini inceleyiniz.</p> <p>➤ Karbon monoksitin ve karbondioksitin çevre ve insan sağlığına olan etkilerini inceleyiniz.</p> <p>➤ Hidrojen florürün çevre ve insan sağlığına olan etkilerini inceleyiniz.</p> <p>➤ Partiküllerin çevre ve insan sağlığına olan etkilerini inceleyiniz.</p> <p>➤ Kükürt trioksit ve sülfürik asitin çevre ve insan sağlığına olan etkilerini inceleyiniz.</p> <p>➤ Aldehit ve ketonların çevre ve insan sağlığına olan etkilerini inceleyiniz.</p> <p>➤ Asitlerin çevre ve insan sağlığına olan etkilerini inceleyiniz.</p>

<p>➤ Motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliğini açıklayınız.</p>	<p>➤ Trafikte Seyreden Motorlu Kara Taşıtlarından Kaynaklanan Egzoz Gazı Emisyonlarının Kontrolüne Dair Yönetmeliği inceleyebilirsiniz.</p>
<p>➤ Termik santrallerden kaynaklanan kirliliğini açıklayınız.</p>	<p>➤ Çevrenizde termik santral varsa reaktör çıkışında bulunan elektro filtreleri inceleyiniz.</p> <p>➤ Termik santrallerde kullanılan linyit kömürünün hava kirliliğine etkisini inceleyiniz.</p> <p>➤ Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliğini inceleyiniz.</p>
<p>➤ Doğalgaz çevrim santrallerinden kaynaklanan hava kirliliğini açıklayınız.</p>	<p>➤ Çevrenizde doğalgaz çevrim santrali varsa çevre güvenlik tedbirlerinin yeterli olup olmadığını inceleyiniz.</p> <p>➤ Doğalgaz çevrim santrali çalışanlarına yönelik güvenlik tedbirlerinin yeterliğini inceleyiniz.</p>
<p>➤ Nükleer santrallerin neden olduğu hava kirliliğini açıklayınız.</p>	<p>➤ Nükleer santrallerin çevre ve insan sağlığı üzerine etkilerini inceleyiniz.</p> <p>➤ Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliğini İnceleyiniz.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi, havada devamlı bulunan ve çoğunlukla miktarları değişmeyen gazlardandır?
A) Azot
B) Karbondioksit
C) Ozon
D) Su buharı
E) Karbon monoksit
2. Aşağıdakilerden hangisi, atmosferin özellikleri arasında yer alır?
A) Su buharını bulundurmaz.
B) Dünya ile birlikte dönerek dünyanın ısınmasını sağlar.
C) Güneşten gelen zararlı ışınları süzer.
D) İç kuvvetleri oluşturur.
E) Oksijeni bulundurur.
3. Aşağıdakilerden hangisi, atmosferin tabakalarından değildir?
A) Troposfer
B) Stratosfer
C) Mezosfer
D) Termosfer
E) Ozon
4. Aşağıdakilerden hangisi, birincil kirleticilerdendir?
A) Sülfürik Asit
B) Azot monoksit
C) Ketonlar
D) Sülfürik Asit
E) Aldehitler
5. Aşağıdakilerden hangisi, hava kirliliğine neden olan yapay kaynaklardandır?
A) Buharlaştırma
B) Erozyon
C) Tozlar
D) Okyanus spreleri
E) Sanayiden kaynaklanan hava kirliliği

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise diğer faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli şartlar sağlandığında, hava kirliliğine karşı alınabilecek önlemler ve hava kirliliğinin çevre sağlığına olan zararlarının bertarafına yönelik işlemleri yürütebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde hava kirliliğine bağlı olarak görülen sağlık sorunlarını araştırınız.
- Hava kirliliğinin ekolojik dengeye olan etkisini araştırınız.
- Hava kirliliğinin ozon tabakasına etkisini araştırınız.
- Yaşadığınız bölgede hava kirliliğine karşı alınan önlemleri araştırınız.

2. HAVA KİRLİLİĞİNİN İNSAN VE ÇEVRE SAĞLIĞINA OLAN ETKİLERİ

İnsanların sağlıklı yaşayabilmesi için teneffüs edilen havanın mutlaka temiz olması gerekir. Hava kirliliğine sebep olan maddeler, kokusu, rengi, fiziksel ve kimyasal etkisi olmasa da zarar verebilir. Kirletici unsurun niteliğine bağlı olarak önemli farklılıklar görülebilir. Havanın doğal yapısını bozan ve kirleten maddelerin başka bir deyişle kirli havanın solunması, özellikle akciğer dokularını tahrip edici ve öldürücü olabilir. Solunum yolu ile alınan hava içerisindeki parçacıklar ve duman akciğerlere ulaşır. Solunum sisteminin derinliklerinde depolanan bu parçacıklar, akciğer kanserlerine kadar varan hasarlar yapabilir. Kömür ve diğer yakıtların yanmasından oluşan duman ve is; astım, çeşitli burun ve boğaz hastalıkları, mide hastalıkları ve özellikle solunum yolları ile ilgili hastalıklara yol açabilir.

Çevre sağlığı hizmetleri içerisinde fiziksel ve biyolojik çevre açısından hava kirliliğini önlemeye yönelik çalışmalar önemlidir.



Resim 2.1: Hava kirliliği

2.1. Hava Kirliliğinin İnsanlar Üzerine Olan Zararlı Etkileri

Kullandığımız yakıtlardan kül ve zehirli gaz gibi atıklar açığa çıkar. Baca ve egzozlardan çıkan zehirli gazların birleşmesi sonucu asit yağmurları oluşur. Asit yağmurları temas ettiği bitki örtüsünün yok olmasına, insanlarda deri ve akciğer hastalıklarına neden olur. Çevre kirliliğini azaltmak için yüksek kalorili, kül ve zehirli gaz çıkışı az olan yakıtlar (doğal gaz, taş kömürü) kullanılmalıdır.

Hava kirliliğinin insan sağlığına etkisi, öksürük ve bronşitten, kalp hastalığı ve akciğer kanserine kadar değişmektedir. Kirliliğin olumsuz etkileri sağlıklı kişilerde bile gözlenmekle birlikte, bazı duyarlı gruplar daha kolay etkilenmekte ve daha ciddi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu gruplardan biri yaşlılardır. Fizyolojik kapasitesi ve fizyolojik savunma mekanizması fonksiyonlarındaki azalma, kronik hastalıklardaki artma nedeniyle yaşlılar normal popülasyondan daha duyarlıdır. Küçük çocuklar savunma mekanizması gelişiminin tamamlanmaması, vücut kitle birimi başına daha yüksek ventilasyon hızları ve dış ortamla daha sık temas nedeniyle daha fazla riske sahiptir. Hava yolunda daralmaya yol açan hastalıklar da kirleticilere duyarlılığı artırmaktadır. Kirlilik arttıkça astım ve kronik obstrüktif akciğer hastalıkları (KOAH) gibi hastalıkların alevlenmelerinde artış olduğu görülmüştür. Kalabalık yaşam, yetersiz sanitasyon, beslenme yetersizliği gibi düşük yaşam standartları da duyarlılığı etkileyen faktörlerdendir.



Resim 2.2: KOAH hastası

Hava kirleticileri insan vücuduna ağız, burun, nefes borusu ve akciğerler yolu ile girerek bu bölgelerde ve akciğerlerden kana karışır.

- İnsanlarda hava kirliliğinin yol açtığı sağlık sorunları;
 - Solunum yolu rahatsızlıkları,
 - Astım-bronşit,
 - Vücudun savunma mekanizmasının zayıflaması.

Hava kirleticilerin insan sağlığına etkileri ayrıntılı olarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

KİRLETİCİ PARAMETRELER	SAĞLIĞA ETKİLERİ
Karbon monoksit	<ul style="list-style-type: none">➤ Astım, bronşit,➤ çabuk yorulma, halsizlik,➤ Dış uyarılara çabuk cevap verememe,➤ Kalp ve akciğer yetmezliğine bağlı lm.
Karbondioksit	<ul style="list-style-type: none">➤ Solunum yolu problemleri,➤ Akciğer hastalıkları ve lm
Sülfür dioksit	<ul style="list-style-type: none">➤ Solunum yolu problemleri,➤ Akciğer dokusu bozulmaları
Kurşun	<ul style="list-style-type: none">➤ özellikle çocuklarda beyin zararları,➤ Sindirim organları ve solunum yolları problemleri.➤ Burnun mukoz membranında, boğazda ve akciğerlerde birikerek problemlere neden olur.
Nitrojen dioksit	<ul style="list-style-type: none">➤ Solunum yolu ve akciğer hastalıkları
Ozon	<ul style="list-style-type: none">➤ Solunum yolu problemleri, zor soluma ve kısıtlı akciğer fonksiyonları, astım,➤ Gz sulanması, geniz tıkanması,➤ Bağışıklık sisteminin zayıflaması ve akciğer dokusunun erken yaşlanması.
Partikül madde	<ul style="list-style-type: none">➤ Gz ve gırtlak sulanması,➤ Bronşit, akciğer hastalıkları,➤ Görme bozukluğu, fibrozis ve akciğer kanseri.
Demir	<ul style="list-style-type: none">➤ Akciğerlerde demir pigmentasyonu.➤ Demir oksitler kanserojenlerin ve SO₂ akciğerlere taşır, boğazda ve akciğerde birikir.

Tablo 2.1: Hava kirleticilerin insan sağlığına etkileri

2.2. Hava Kirliliğinin Hayvanlar Üzerine Olan Zararlı Etkileri

Hayvanların hava kirliliğinden etkilenmesi solunum yoluyla ve beslenme sırasında aldıkları kirletici maddelerden kaynaklanır. Gıdalar yoluyla alınan kirleticilerin etkisi, havadan solunum yoluyla alınandan daha önemlidir. Kirleticilerden etkilenen yörelerde yetiştirilen yem bitkileri kirletici kimyasal maddeleri emilme yoluyla etkilemekte, bitki dokusunda biriken kirleticiler beslenme sırasında hayvanların vücuduna girmektedir. Et, süt ve yumurtasından yaralandığımız hayvanların kirleticilerden etkilenmesi, onların ürünlerini tüketen insanları da dolaylı olarak etkilemektedir. Asit yağmurunun en zararlı etkilerinden biri doğal su kaynaklarının asidifikasyonu ve sonucunda akuatik canlıların ve bilhassa balıkların ölmesidir. Suyun pH'ı 5.5'in altına düştüğü takdirde, bir çok balık türünde üreme azlığı görülür. Plankton (suda bulunan, hareket yeteneği akıntıya bağımlı olan canlılar) ve dip faunada, (belli bir bölgede yaşayan hayvanların tümü) pH düşmesiyle birlikte azalmalar görülmüştür. Deniz kazaları ile denize dökülen petrol, su üzerine yayılır. Su üzerine yayılan petrol kısa sürede temizlenmediğinde suyun güneş ışığı ve hava ile temasının kesilmesine neden olur. Bu olay, suda yaşayan canlıları olumsuz etkiler.

2.3. Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerine Olan Zararlı Etkileri

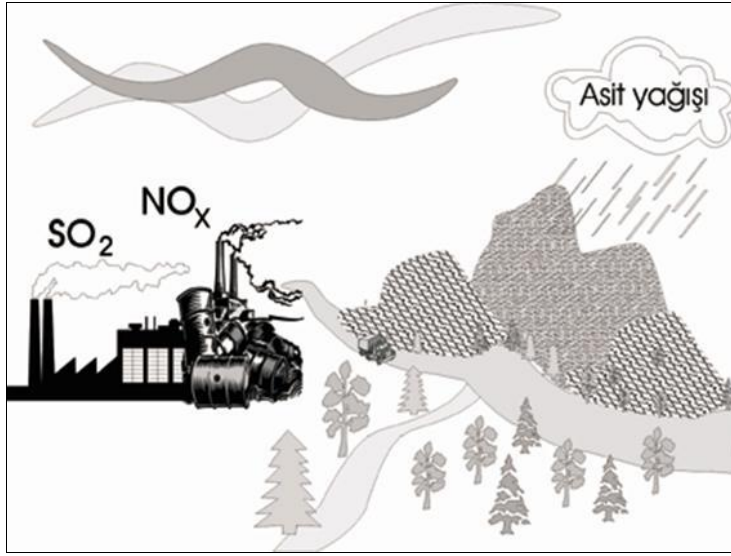
Kirli hava, insanlar ve hayvanlara yaptığı zararlı etkiyi bitkilere de yapar. Örneğin; kirli hava gözeneklerden girerek bitkilerin solunumunu engeller. Fotosentez yavaşlar, bitkilerde sararma ve verim düşüklüğüne neden olur. Bitkiler kükürt dioksit gazına ve partikül maddelere karşı çok duyarlıdır. Bitkilerin plazmalarını yıpratıp özümleme organlarını öldürür. Kükürt dioksitin toksik etkisi onun asidik özelliğinden çok oksidasyon-redüksiyon özelliğine dayanır.

Kömürle çalışan santrallerden çıkan kükürt dioksit gazı atmosferde girdiği reaksiyonlar sonucu oluşan sülfürik asitin yağmur suyu ile yıkanması sonucu asit yağmurları oluşur. Asit yağmurları topraktaki minerallerle tepkimeye girerek toprağın yapısını bozar. Topraktaki su asidik özellik kazanır. Yeni asidik ortama uymayan bitki türleri yok olurken bir bölümü de asitli suyu bünyesinde depolar. Bitki örtüsünün azalması, erozyon ortamını hazırlarken diğer taraftan fotosentez olayının azalmasına ve sonucunda atmosferdeki CO₂ miktarının artmasına neden olur. Asitli su ile sulanan sebze ve meyvelerle beslenen insanlar da zarar görür.

Hava kirleticileri bitkileri doğrudan veya dolaylı olmak üzere iki yoldan etkiler.

- Doğrudan etki, bitki yaprağının yüzeylerinde bulunan stomata denilen deliklerden girmeleri sonucunda oluşur.
- Dolaylı etkisi ise toprak ve su kanalı ile bitki köklerini etkilemeleri suretiyle oluşur.

Bitkiler üzerinde gerek doğrudan gerekse dolaylı olarak fitotoksik (kimyasal maddelerin bitki üzerinde meydana getirdiği zehir etki) etki gösteren en önemli hava kirlenmeleri; ozon, kükürt dioksit, azot dioksit, florürler, PAN (peroksiasetilnitrat) ve etilendir. Bunlar, kloroplastların sayısında azalma nedeniyle renk solması veya sararması, dış epidermal tabakanın tahribatı neticesinde yaprak yüzeyinin parlaklaşması veya yüzeyde benekleşme şeklinde fiziksel etkiler görülür. Üreme mekanizmalarında aksaklıklar, verimde düşmeler gibi fizyolojik ve biyokimyasal etkileri olur. Asit yağmuru etkisiyle toprakta besin olarak kullanılan minerallerin çözünmesi (demineralizasyon) sonucunda; ürünlerde, ormanlarda üretim düşüşleri ve doğal bitki türlerinde tahribat görülür.



Şekil 2.1: Asit yağmurların oluşumu

Asit yağmuru veya asit birikimi, son 20 yıl içinde bölgesel ölçekte önemli çevre problemlerinden biridir. Normalde, yağmur suyunun pH'ı 5.5 - 5.6 arasındadır. Bu, atmosferde bulunan CO₂'nin yağmur suyunda çözünerek karbonik asit meydana getirmesinden kaynaklanmaktadır. Bu pH seviyesinin altında pH'ı olan yağmurlar asit yağmuru olarak tanımlanır.



Resim 2.3: Asit yağmurların ormanlara etkisi

2.4. Hava Kirliliğinin Ekonomik ve Diğer Zararları

Dünya toplumları ekonomik kalkınma için arayışlar içine girmiştir. Hava kirlenmesi yakıt savurganlığına yol açan teknik yetersizliklerden kaynaklanır. Örneğin, deniz ve akarsu kenarında kurulan bir sanayi tesisinin atıklarını hiçbir arıtmaya tabi tutmadan denize veya akarsuya boşalttığı durumlarda girişimci, ürettiği kardan sadece kendisi yararlanırken kirlenmeden kaynaklanan zararı topluma yüklemektedir.

Doğal çevrenin kirlenmesi ve tahrip olması ile insanoğlunun sorunu olmaktan çıkıp tüm dünya canlı ve cansız varlıklarını kapsayan ekolojik çevrenin sorunu olmuştur. Bu gelişmeler paralelinde, çevre kirliliği, ulusal ve uluslar arası düzeyde gündeme gelmeye başladı. Çevrenin kirlenmesi ve kaynaklarının tükenmesi, çevrenin en iyi şekilde kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Hava kirliliğinin ekonomik yönden zararları vardır. Bunlar;

- İşgücü kaybı ve tedavi giderleri: İnsanlarda yorgunluk hissi, uyku hali, çabuk yorulma, algılama, muhakeme etme kabiliyetlerinde azalma ve dış uyaranlara tepkilerin yavaşlaması gibi sağlık sorunları.
- Tarıma etkisi: Havanın kirlenmesi yem bitkileri, süs bitkileri ve yenen sebze-meyveleri etkiler. Bitkilerin büyümesi yavaşlar, meyveleri küçülür, besin değeri düşer ve çiçeklerin yapısında değişiklikler görülür.
- Eşya ve malzemenin ömrünün azalması: Asit yağmurları, mermer heykeller ve eski tarihi yapıların aşınmasına sebep olur.

2.5. Hava Kirliliğinin Sera Gazı, Küresel Isınma ve İklim Değişikliğine Olan Etkileri

İnsanlar tarafından atmosfere salınan gazların sera etkisi yaratması, dünya yüzeyinde sıcaklığın artması küresel ısınmaya yol açar. Dünya bu ışınları tekrar atmosfere yansıtır ama bazı ışınlar su buharı, karbondioksit ve metan gazının dünyanın üzerinde oluşturduğu doğal bir örtü tarafından tutulur. Bu da yeryüzünün yeterince sıcak kalmasını sağlar. Son dönemlerde fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, hızlı nüfus artışı ve toplumlardaki tüketim eğiliminin artması gibi sebeplerle karbondioksit, metan ve diazot monoksit gazların atmosferde yığılmasında artış görülmüştür. Bu durum küresel ısınmaya neden olur. Hiçbir önlem alınmazsa bu yüzyıl sonunda küresel sıcaklığın ortalama 2 derece artacağı tahmin edilmektedir. Bu artışın sonunda buzulların erimesi, okyanusların genişlemesi, coğrafyanın değişmesi, yaşam alanlarının daralması ve bazı yerlerin sular altında kalmasına neden olur.

Küresel ısınma sebepleri ikiye ayrılmaktadır.

➤ **Doğal Nedenler**

- **Güneşin etkisi:** Güneş beneklerinin 11 yıllık döngüsel hareketini ve güneşin yüzyıllık süreçler içinden parlaklık değişimi incelenmiştir. Bunun sonucunda güneşin manyetik alanı ve protonlar ile elektronlar biçiminde ortaya çıkan güneş rüzgârı, güneş sisteminde kozmik ışımalarla karşı bir kalkan görevi görür. Güneşin değişken aktivitesiyle zayıflayabilen bu kalkan, kozmik ışımları geçirir. Kozmik ışımların fazla olması bulutlanmayı artırır. Güneşten gelen radyasyon oranını değiştirerek küresel sıcaklık artışına neden olur.
- **Dünyanın presizyon hareketi:** Bilim adamları, dünyanın hareketlerinden dolayı zaman zaman soğuk dönemler yaşandığını ve bu soğuk dönemler içindeyse yüz bin yıllık periyotlarda on bin yıl süreyle sıcak dönemler geçirdiğini bildirmiştir. Bu da dünyanın doğal ısınma nedenini oluşturur.
- **El Nino'nun etkisi:** Güney salınımı sıcak olayı olarak tanımlanan El Nino hareketi, 1990-1998 yıllarında tropikal doğu Pasifik Okyanusu'nda deniz yüzeyi sıcaklıklarının normalden 2-5 derece daha yüksek olmasına neden olmuştur. Özellikle 1997-1998 kuvvetli El Nino olaylarının etkisi önemli olmuştur. 1998'deki çok kuvvetli El Nino o yılın küresel rekor ısınmasına katkıda bulunan ana etmen olarak değerlendirilmektedir.

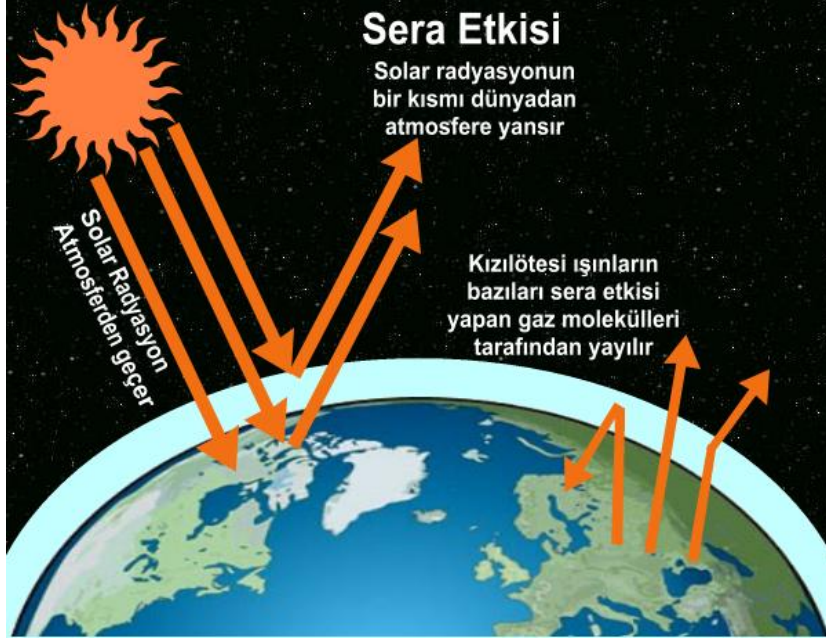
➤ **Yapay nedenler**

- **Fosil Yakıtlar:** Kömür, petrol ve doğalgaz dünyanın bugünkü enerji ihtiyacının yaklaşık %75'lik bölümünü sağlar. Yapılarında karbon ve hidrojen elementlerini bulunduran fosil yakıtlar, uzun süreçler içerisinde oluşmakta fakat çok çabuk tüketir. Kentleşmiş alanlarda hava dolaşımının engellenmesi ve doğal iklim ortamının bozulması yerel bir ısınmaya yol açar. Bu tür yerel ısınmalar, küresel ısınmayı artırıcı etki gösterir.

Bugün fosil yakıtların çevre ve insan sağlığı açısından yarattığı olumsuzluklar her geçen gün katlanarak artmaktadır. Fosil yakıtlar yakıldığında, altı sera gazının açığa çıkmasına neden olur. Bunlardan en belirleyici olanları karbondioksit (CO₂) ve metandır. Diğerleri ise kükürt, partikül madde, azotoksit, kurum ve küldür.

- **Sera gazları:** Güneşten gelen ışınların bir bölümü ozon tabakası ve atmosferdeki gazlar tarafından emilir. Bir kısmı litosferden, bir kısmı ise bulutlardan geriye yansır. Yeryüzüne ulaşan ışınlar geriye dönerken atmosferdeki su buharı ve diğer gazlar tarafından tutularak dünyayı ısıtmakta olduğundan yüzey ve troposfer, olması gerekenden daha sıcak olur. Bu olay, güneş ışınlarıyla ısınan ama içindeki ısıyı dışarıya bırakmayan seraları andırır.(doğal sera etkisi)

Sera etkisi doğal olarak oluşur ve iklim üzerinde önemli rol oynar.



Şekil 2.2: Sera gazlarının oluşumu

- **Şehirlerin ısı adası etkisi:** Güneşli ve sıcak günlerde, yoğun nüfuslu ve yüksek binaların sıklıkla görüldüğü kentsel bölgelerin çevrelerine göre daha sıcak olmaları, şehirlerin ısı adası etkisini oluşturur. Asfaltlanmış alanlar, bitki topluluklarının köreltilmiş olduğu bölgeler ve siyah yüzeyler ısı adası etkisinin başlıca nedenleridir.

Şehir planlamasında ve bina yapımında güneş ile yapı arasındaki ilişkinin iyi ayarlanması ısı adası etkisini engelleyecektir.

- **Smog;** Havaya salınan fazla miktardaki gazlar, atmosferdeki havayı yoğunlaştırır, gaz tabakasını kalınlaştırır. Gelen güneş ışınları daha fazla emilir, daha az yansıtılır ve yapay sera etkisi oluşur. Gazlar, özellikle büyük şehirlerde, hava yoğunluğunu oluşturur.

Smog oluşumunun bulunduğu yerleşim yerlerinde yaşayan insanlarda;

- Akciğer ağrıları,
- Öksürük,
- Baş ağrısı,
- Akciğer iltihapları görülebilir.

Sera gazları iklim değişikliklerine yol açar. Önlem alınmadığı takdirde kuraklık ve seller gibi doğa olayları görülür. Siklon ve fırtına afetleri artar.



Resim 2.4: Küresel ısınma etkisi kuraklık

2.5.1. Sera Gazı, Küresel Isınma ve İklim Değişikliğine Karşı Alınacak Önlemler



Resim 2.5: Küresel ısınma etkisi

Güneş, gün doğumundan gün batımına kadar atmosfere ısı ve ışık verir. Doğal döngünün devam etmesi için bu ısının tekrar uzaya verilmesi gerekir. Oysa fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan CO₂ ve metan gazı, bünyelerinde ısı tutma özelliğinden dolayı ısının bir kısmını atmosferde tutar. Böylece dünya ısınmaya, başlamakta ve iklim değişiklikleri meydana gelmeye başlamıştır.

2.6. Hava Kirliliğine Karşı Alınabilecek Önlemler

Bilim adamları; fosil yakıt kullanımı yerine, atmosferin karbondioksit yoğunluğunu artırmayan yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasını önermektedirler. Dünya Zirvesi Toplantılarında tartışılmış ve uluslararası protokol ve sözleşmeler düzenlenmiştir. (1992 Rio, 1997 Kyoto, 2002 Johannesburg gibi.) Ayrıca karbondioksit harcayan yeşil örtünün, özellikle ormanların tahrip edilmemesi, enerji tasarrufu sağlanması, enerji harcayan ev alet ve gereçlerinde standartların geliştirilmesi, çarpık kentleşmeye son verilmesi de alınması gereken önlemler arasındadır.

Bu önlemlerin dışında;

- Sanayi tesislerinin bacalarına filtre takılması sağlanmalı, ayrıca sanayi kuruluşları uygun yerlere yapılmalı,
- Evleri ısıtmak için yüksek kalorili kömürler kullanılmalı, bacalar ve soba boruları düzenli olarak temizlenmeli,
- Pencere, kapı ve çatıların izolasyonuna önem verilmeli,
- Kullanılan sobaların TSE belgeli olmasına dikkat edilmeli,
- Doğalgaz kullanımı yaygınlaştırılarak, özendirilmeli,
- Kalorisi düşük olan ve havayı daha çok kirleten kaçak kömür kullanımı engellenmeli,
- Kalorifer ve doğalgaz kazanlarının periyodik olarak bakımı yapılmalı,
- Kaloriferlerin ateşçi kurslarına katılımı sağlanmalı,
- Yeni yerleşim yerlerinde merkezi ısıtma sistemleri kullanılmalı,
- Yeşil alanlar arttırılmalı, imar planlarındaki hava kirliliğini azaltıcı tedbirler uygulamaya konulmalı,
- Toplu taşıma araçları yaygınlaştırılmalı,
- Hava kirliliğinin önlenmesi için öncelikle fosil yakıt kullanmanın yerine enerji kaynağı olarak, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve jeotermal enerji kaynaklarına önem verilmeli,
- Sanayi tesisleri kurulurken yeşil alanların artırılması planlanmalı, sanayi atıklarının yeterince filtre edilmeden havaya verilmesi önlenmeli,
- Kentlerde arabaların egzozlarından kaynaklanan kirliliğin azaltılması için önlemler alınmalı, (Bu kirleticiler, kış aylarında ozon oluşmasına neden olduğu için canlıların solunumunu güçleştirir.)
- İnsanlar toplu taşımacılığa özendirilmeli, yakıt olarak kullanılan doğal gazın toplu ulaşım araçlarında kullanılması yaygınlaştırmalı,
- Ormanların tahribatı önlenmeli, ağaçlandırma çalışmalarına hız verilmeli,
- Kloroflorokarbon gibi maddelerin etkileri ile ozon tabakası zarar görmektedir. Bu maddelerin yerine kullanılacak kimyasallar araştırılmalı,
- Her zaman için duyarlı insanlar çeşitli afişlerle diğer duyarlı insanlara bu soruna ve bunun gibi birçok soruna çözüm bulmaları için, teşvikçi ve yardımcı olmalıdırlar.

- Bütün bu etkenlerin yanında; atıkların uygun olmayan tesislerde yakılarak bertaraf edilmesinin önlenmesi, sanayi tesisi yer seçiminin yerleşim alanları dışında ve hakim rüzgarlar dikkate alınarak yapılması, imar planlarında bu alanların çevresinde yapılaşmaların önlenmesi ve araçların egzoz gazı emisyon ölçümlerinin periyodik olarak yapılması sağlanmalı, bununla birlikte; alternatif enerji kullanan motorlu taşıtlar geliştirilmeli ve özendirilmelidir.

2.6.1. Yerleşik Kaynak Kirliliğine Karşı Alınabilecek Önlemler

- Fosil yakıt yerine yenilenebilir enerjilerin kentlerde kullanılması,
- Kalitesiz fosil yakıtı izin verilmemesi,
- Binalarda uygulanacak çeşitli teknik donanım ve tasarruf önlemlerinin alınması,
- Binalarda enerji verimliliğini artırmanın en önemli yolu, bina dış kabuğunun (duvar, çatı, zemin ve çerçeveler) enerji etkinliğinin iyileştirilmesi, yapı elemanlarının ısı geçirme oranlarını düşürerek ısı ve enerjinin ısı direncinin yükseltilmesi, binanın mimari tasarımı ve ev cihazlarında önlemler alınması,



Resim 2.6: Dış cephe yalıtımı

- Merkezi ısınma sistemlerinin yaygınlaştırılması,
- Toplu taşımanın yaygınlaştırılması, yaya, bisiklet, ve doğal enerjili ulaşım sistemleri teşvik edilip, yaygınlaştırılması kaynak kirliliğine karşı alınabilecek önlemler arasındadır.

2.6.2. Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliğine Karşı Alınabilecek Önlemler

Konutlar ve endüstri gibi sabit emisyon kaynaklarından ileri gelen hava kirliliğinin yanı sıra motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz kirliliği de aynı derecede önemli bir sorundur.



Resim 2.7: Egzoz kirliliği

Motorlu taşıtlar için; karbüratör ayarı şartı getirilmeli kurşuna dayanıklı katalizörler veya oksidasyon katalizörleri kullanılmalıdır.

Taşıtların kirletici etkilerini azaltmak için:

- Bakım onarım ve temizlikleri zamanında ve gerektiği şekilde yapılmalı,
- Temiz yakıt kullanımına özen gösterilmeli,
- Araçların muayenelerinin periyodik olarak yapılması sağlanmalı,
- Araç kapasitelerinin üzerinde yolcu ve yük taşınmamalı,
- Trafik kurallarına uyulmalı,
- Benzinli taşıtlarda katalitik konvertör denilen filtre takılmalı,
- Toplu taşımaya önem verilmeli,
- Eski taşıtların trafikten men edilmesi gibi ıslah çalışmaları yapılmalıdır.

2.6.3.Yerleşim Alanları ve Peyzaj Düzenlemesi ile İlgili Alınabilecek Önlemler

Peyzaj planlama; açık-yeşil alan planlaması, rekreasyonel planlama ve doğa koruma planlamasıdır. Yerleşim alanları ve peyzaj düzenlenmesinde aşağıdaki önlemler alınmalıdır.

- Kentsel saçaklanma, (kentlerin yapılaşarak büyümesi) açık ve yeşil alan ağlarına izin ve olanak vermeyen yoğun yapılaşmanın önlenmesi,
- Ekolojik değeri olduğu halde herhangi bir koruma statüsü olmayan alanların korunması,
- Kentsel ve kırsal peyzajların bütünlük içerisinde planlanması ve yönetimini sağlayacak kurumsal yapının ve mevzuatın hazırlanması,
- Kentsel yeşil alan tesisinde kullanılan bitki türlerinin seçiminde farkındalık eksikliği nedeniyle oluşan aşırı su tüketiminin önlenmesi,
- Ekolojik değeri olduğu halde herhangi bir koruma statüsü olmayan alanların korunmasına yeterince önem verilmemesi,



Resim 2.8: Kentsel yeşil alanlar

- Kentsel biyotop (insan, hayvan ve bitkisiyle bütün canlıların barındığı, beslendiği, çeşitli gereksinimlerini karşıladığı, karşılıklı olumlu ve olumsuz ilişkiler kurduğu çevre) koruma,
- Rekreasyon ve mekân tasarımını içeren açık-yeşil alan planlamasının imar planlama sürecine dahil edilmeyişi, ekosistemin korunması için gerekli su, atık su ve katı atık gibi en temel çevresel altyapı hizmetleri üzerinde kamu denetiminin sağlanması,
- Yakıtların, atıkların yerinde azaltılması konusunda altyapı ve teşviklerin olmaması, (kara ve gri su ayırımı, yağmur suyunun toplanması, ayrık kanalizasyon şebekesinin yaygınlaştırılması)
- Kentsel yerleşim alanlarında kalan sanayilerin planlara uygun alanlara taşınmalarının sağlanmasıdır.

Ayrıca, kentsel altyapı çalışmalarında küresel iklim değişikliği göz önünde tutularak kentlerde altyapı kapasitesinin artırılması sağlanmalı, şehir ve mekanlar prosedüre uygun olarak düzenlenmelidir.

2.7. Yakıtlar

Yakıtlar, kullanım durumlarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

➤ Isınmada kullanılan yakıtlar

Birincil enerji kaynakları kömür, petrol ve son zamanlarda artan oranlarda kullanılan doğal gazdır. Katı yakıt olarak, demir çelik sektöründe taş kömürü ve düşük kaliteli linyit kömürleri yakılır.

Yanıcı organik bileşikler içeren, doğal hallerde veya bazı değişikliklerden sonra yakacak olarak kullanılan kayalar mineral yakıtlardır. Yanabilen minerallerin tümü yakıtlar sınıfına dahil edilmez. Mineral yakıtlar, organik kökenli, belirli oranlarda C, H, O ve N içerir. Bu elementlerin en önemlisi karbondur. Yakıtlar genel olarak da sınıflandırılır.

- **Kömür:** Değişik oranlarda organik ve inorganik maddeleri içeren tortul kayadır. Karbon, kömürü yapan ana elemandır. Kömürleşmede, bitkiler ile havadan ve yüzeysel sulardan alınan karbondioksittir. Kömür, uygun ortamlarda bataklıklarda bozulma ve çürümeden kurtulan bitki birikimlerinin zamanla biyokimyasal ve fiziksel etkilerle değişimi sonucu oluşur. Kömür yandığında ısının açığa çıkması, içerdiği karbon ve hidrojen bileşiklerinin oksitlenmesi sonucudur. Kömürün tür ve sınıfları ile içerdiği kül, kükürt ve nem oranlarının bilinmesi hava kirliliğinin önlenmesinde yardımcı olur. Kömürler turba, linyit, (yumuşak linyit, sert linyit) taş kömürü ve antrasit olarak sınıflandırılır.

- **Bitümlü şeyler:** Kömüre nazaran karbon miktarı az; içerdikleri inorganik mineral maddeleri çok olan, genellikle killi bir ana kayaca empenye olmuş organik maddelerden oluşur. Kahve rengindedir. Petrol ve gaz üretiminde değerlendirilir. Termik santrallerde, özellikle akışkan yataklı yatak içinde doğrudan veya harmanlanarak yakıt olarak kullanılabilir. Çimento ve refrakter yapımında bitümlü şeyler külleri kullanılır. İçerdiği altın, uranyum, vanadyum ve nikel gibi elementlerden yan ürün elde edilebilir.
- **Petrol:** Gaz, sıvı veya katı halde bulunan hidrokarbürler olup genelde bir hazne kayaç içerisinde birikmiş halde bulunur. Doğada bulunduğu şekliyle petrol yararlıdır. Rafine edilerek, yan ürünler üretilir.



Resim 2.9: Petrol ve doğal gaz kaynakları

➤ Diğer Yakıtlar

- **Odun:** Yakıt olarak kullanılmakla beraber odun kömürüne dönüştürülebilir. Kimyasal bileşenleri selülöz ve linyindir. Reçine ve bal mumu diğer bileşenleridir. Ocak ve şöminelerden çıkan odun dumanı içerisinde toksik madde bulunur. Asetaldehit, asetik salt, alüminyum, kalsiyum, karbon monoksit, klor, formaldehit, hidrokarbonlar, demir, magnezyum, manganez, azot oksitler, fenoller, fosfor, polisiklik organik maddeler, potasyum, silisyum, sodyum, kükürt oksitler ve titanyum içerir. Odun dumanına maruz kalan insanlarda kronik akciğer hastalıkları görülür.
- **Gaz Yakacaklar:** Yanma kolaylığı, ayarlanması ve hava kirliliğini önlenmesinden dolayı ısı üretiminde kullanılır.
- **Doğal Gaz:** Toprak altından çıkan, %55 ile 98 arasında metan, bir miktar etan ve diğer karbon hidratları içerir.

Sürekli yenilendikleri için yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırılan hidrolik, güneş, rüzgar, jeotermik, biyokütle, gel-git, dalga ve akıntı enerjilerinin, su hariç olmak üzere dünyada üretilen toplam elektrik enerjisi içindeki payları sadece %4 kadardır.



Resim 2.10: Yenilenebilir enerji kaynakları

2.7.1. Kullanılan Yakıtların Verimli Yanma Teknikleri

İs, duman, kurum, karbonmonoksit vb. özellikle yanmadan kaynaklanan emisyonların oluşmasında en büyük etken; yakıcılarda (kazan, soba, fırın) yanma koşullarına bağlı olarak oluşan yanma kayıplarıdır. Yakma sistemlerinde kirletici emisyonların kontrolünde en etkin yaklaşım, yakma sistemlerinde oluşan yanma kayıplarının uygun önlemlerle en aza indirilmesidir. Yanma sistemlerinden kaynaklanan partikül ve gaz biçimindeki çeşitli kirletici emisyonlar; hava, toprak ve su kirliliği gibi çevre sorunlarına neden olur. Kirliliğin kontrolü için, kentin sosyal ve ekonomik yapısı ve teknoloji düzeyine uygun, yasal düzenlemeler gerekmektedir.

Yanma sistemleri, yakıtlarda bulunan kimyasal enerjinin yanma süreci ile ısıya dönüştürüldüğü sistemlerdir.

Yanma gaz fazında olur. Teknik yönden uygun bir yanma, yakıtın hava ile olabildiğince iç içe karıştırılarak yanıcı karışım oluşturulmasını ve yanma tamamlanıncaya kadarda yanma odasında kalmasının sağlanmasını zorunlu kılar.

Yakma sistemlerinde yanmanın enerji ekonomisi ve çevresel etki yönünden uygun bir biçimde oluşturulabilmesi, yakıt/yakma sistemi/operatör arasındaki uyumun sağlanmasına bağlıdır.

2.7.2. Hava Kirliliğine Neden Olan Yakıtların Kontrolü

Havanın kirlenmesinde; meteorolojik değişimler, durgun hava olayının ortaya çıkması, ısının beklenenin çok altına düşmesine bağlı olarak birden yakılan kalorifer kazan sayısının ve kullanılan yakıt miktarının artması, yakıt azlığı, dağıtım aksaklıkları ve ekonomik nedenlerle niteliği düşük yakıt yakılması önemli etkenler arasında sayılır. Konutlarda veya işyerlerinde ısının belirli bir sınırdan tutulmasının istenmesi, belli saatlerde soba veya kaloriferlerin yakılmasının engellenmesi, trafiğe çıkacak taşıt araçlarına sınırlama getirilmesi, denetimlerin sıklaştırılması etkili önlemlerdir. Merkezi ısınma, apartmanlara baca dumanlarını tutacak filtrelerin takılması, kükürt miktarı az yakıt kullanılması önemli önlemler arasındadır. Sanayi kuruluşlarının havayı kirletmesini önlemek amacıyla emisyonları azaltıcı önlemlerin alınması, sanayinin yerleşim yeri dışında kurulması, bacaların yükseltilerek dumanların yere yakın atmosfer tabakalarına katılmasının önlenmesi ve hava hareketleriyle uzaklaştırılmasının kolaylaştırılması, bacalara toz ve gazlar için filtre ve çöktürme araçların takılması gerekir.

Hava kirliliğinin kontrolünde amaç, öncelikle insan sağlığının korunmasıdır. İnsan sağlığını ve geleceğini etkileyen ormanların, suyun ve toprağın, kültür varlıklarının havadaki kirlenmelerden etkilenmesinin önüne geçilmesi, egzoz gazlarının kirleticiliğini azaltacak önlemlerin alınması, motor yanma etkinliğinin kontrol edilmesi, araç yakıtının kirletici öğelerden arındırılması ve bu tip yakıtların kullanımının özendirilmesi gerekir.

Hava kirliliğinin etkilerini azaltmak için önlemler planlanarak alınmalıdır. Kirletici birimin yapım ve planlama aşamasında filtrelerin tipinin belirlenmesi ve işletmeye alınmadan önce kullanım etkinliğinin incelenmesi gerekir.

Temiz yanmayı sağlayacak yakıt tipi de Hidrojen\Karbon oranı yüksek petrol benzeri sıvı ya da gaz yakıtlardır. İS, duman, kurum, karbon monoksit, azot oksitler vb. kirleticiler, yakıcılarda (kazan, soba, fırın) yanma koşullarına bağlı olarak oluşur. Yakma sistemlerinden kaynaklanan kirleticilerin neden olduğu hava kirliliğinin kontrolünde uygulanan yaklaşımlar aşağıda verilmiştir.

- Enerjinin verimli kullanımı ile toplam yakıt tüketimi ve buna bağlı toplam kirletici emisyonların azaltılması
- Kirletici özelliği az olan yakıtların kullanılması ya da yakıt hazırlama teknolojileriyle yakıt\yakma sistemi arasında uyum sağlanması
- Çevresel etki yönünden uygun yakıt üretimi
- Uygun yakma sistemleri ve teknolojileri ile hava kirleticilerin bir bölümünün yanma odasında tutulması
- Hava kirleticilerin baca çıkışı öncesinde baca gazının artırımı için baca gazı arıtma sistemlerinin yapılması
- Tesiste uygun yer seçimi ve baca uygulaması

2.8. Bacalar

Binalarda çeşitli amaçlarla dik, yatay veya eğik durumda yapılan, soba, şömine, kalorifer ya da fabrika ocaklarından çıkan gaz ve dumanı dışarı atmak için yapılmış olan kanallardır. Atık gazların baca ile çekmesi temin edildiğinde, ocakta tam yanma sağlanır. Kapalı ortamın duman ve gazlarla kirlenmesi önlenir. Baca çekmesi, bacanın yüksekliği ve baca içinin tekniğine uygun yapılmasıyla ilişkilidir.

2.8.1. Baca Çeşitleri

Bacalar, binalarda duvarlarla veya bağımsız olarak kagir malzeme ile yapılır. Bacaların yapımında genellikle tuğla, pişirilmiş kil, künk veya özel beton bloklar kullanılır. Bacalar yapılış amacı ve fonksiyonlarına göre sınıflandırılır.

- **Ateş bacaları:** Bina içi mekânları ısıtmak için ateş kaynağından çıkan gaz ve dumanları dışarı atmak için yapılan kanallardır. (soba, mutfak, şömine, ocak, gaz şofben, kalorifer ve fabrika bacalarıdır.)
- **Çöp bacaları:** Çok katlı okul, hastane ve konutların çöplerinin sağlığa zarar vermeden ve kolay bir şekilde toplanabilmesi amacıyla yapılır. Bodrumdan başlayarak mutfak, ofis ve servis gibi bölümlerden geçirilen bu bacalardan dökülen çöpler, bodruma konan bir arabanın ve ya bir varilin içerisinde toplanır. Çöp bacaları, 30-40 cm çapında dairesel kesitli içi galvanizli saç veya sırlanmış künkten bir duvar içerisine yapılır.
- **Havalandırma bacaları:** Binalarda kirli havayı dışarı atmak ve temiz havanın gelmesini sağlamak ve dışarıdan ışık almak amacıyla yapılır.
- **Tesisat bacaları:** Binalardaki su, elektrik, klima vb. tesisatının kablo ve boruların dışarıdan görülmeyecek biçimde, kanallarda toplanmak amacıyla yapılan bacalardır. Helâ, banyo, mutfak, ofis ve depo gibi bölümlerin duvarlarına bitişik yapılır.



Resim 2.11: Bacalar

Bacalar, atık gazların serbest hava akımı tarafından engellenmeden taşınabilecek biçimde atmosfere verilmelidir. Küçük tesislerde asgari baca yüksekliği eğik çatı ve düz çatı olarak belirlenir.

Hava kirliliğinin önlenmesinde bacaların yapımı gerekli özellikte yapılmalıdır. Yangın tehlikesinin önlenmesi, yanma etkinliğin sağlanabilmesi amacıyla bacaların düzenli olarak temizlenmesi gerekir. Hava kirliliğine neden olan emisyonlar toz şeklindedir. Toz biçimindeki bu emisyonlar, insan sağlığını ve çevreyi olumsuz yönde etkiler.

2.9. Baca Filtreleri

Kütlesel emisyon yönünden kirleticiler içerisinde birinci sırayı partikül maddeler alır. Partikül kontrol tekniği, yakıtın değiştirilmesi ve yanma sonucu ortaya çıkan partikülün yanma ürünlerinden ayrılmasıdır.

Toplayıcı sistemin seçiminde, makul kurma, çalıştırma ve bakım maliyetleri ile en yüksek tutma verimi göz önünde bulundurulur. Kirletici emisyon belli olduktan sonra, atık gaz debisi, atık gaz işlem şartları ve emisyon için geçerli mevzuat değerleri de bilindiği takdirde en yaygın kirlilik kontrol sisteminin seçimine başlanır. Kirletici toz emisyonunun belli olması ise ancak, atık gaz içindeki toz taneciklerinin özelliklerinin bilinmesiyle mümkündür.



Resim 2.12: Filtre takılmış bacalar

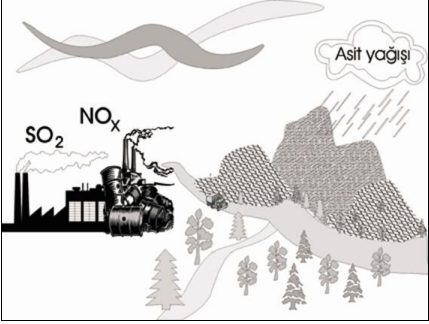
2.9.1. Filtre Çeşitleri

- **Yerçekimi ile çöktürme odaları:** 50 μm 'den büyük tanecikleri toplamak için kullanılır.
- **Siklonlar:** Çimento sanayinde döner fırınlar, klinker soğutucular, değirmenler vb. nin toz giderilmesinde (toz tutucu olarak) kullanılır.

-
- **Yaş toplayıcılar:** Toz veya gazın sıvı damlalar içerisinde doğrudan temas yoluyla absorblanmasıdır. Temas mekanizması atalet çarpması veya yerçekimiyle çökeltme biçiminde olur.
 - **Torba filtreler:** Toplanan maddenin sürekli olarak uzaklaştırılmasını sağlar. Filtreler, malzeme biriktikçe basınç kaybında bir artma gösterdiklerinden katı tanecikleri periyodik olarak uzaklaştıracak boşaltma düzenekleridir.
 - **Elektro filtreler:** Büyük hacimsel debilerdeki tozlu atık gazların temizlenmesinde elektro filtreler kullanılır. Düşük basınç kayıplarındaki küçük tanecik boyutları için yüksek verimlidir.
 - **Ultrasonik ayırıcılar:** Tozların titreşimler yoluyla birleştirilmesi mekanizmasına göre çalışır. Bütün bu filtrelerden dışında, konutlar için kuru baca filtreleri de kullanılır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Hava kirliliğinin insan ve çevre sağlığına olan etkilerini kontrol ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Hava kirliliğinin, insan sağlığı üzerine olan zararlı etkilerini sıralayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Hava kirliliğinin, solunum sistemine olumsuz etkilerini inceleyiniz.➤ Hava kirliliğinin, sindirim sistemine olumsuz etkilerini inceleyiniz.➤ Hava kirliliğinin, sinir sistemine olumsuz etkilerini inceleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Hava kirliliğinin, hayvanlar üzerine olan zararlı etkilerini açıklayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Hava kirliliğinden hayvanların etkilenme yollarını inceleyiniz.➤ Hava kirliliğine maruz kalan hayvanlarda görülen değişiklikleri inceleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Hava kirliliğinin, bitkiler üzerine olan zararlı etkilerini açıklayınız.	 <ul style="list-style-type: none">➤ Şekil 2.1' tekrar inceleyiniz.➤ Bitkilerin, hava kirliliğinden etkilenme yollarını inceleyiniz.➤ Hava kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerde, bitki örtüsü üzerinde gözlenen değişiklikleri inceleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Hava kirliliğinin, ekonomik ve diğer zararlarını açıklayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Hava kirliliğinin, iş gücü üzerine etkilerini inceleyiniz.➤ Hava kirliliğinin, tarıma olan etkilerini inceleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Hava kirliliğinin, iklim değişikliği üzerine olan zararlı etkilerini açıklayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Son yıllardaki mevsimsel değişikliklerin nedenlerini inceleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Yerleşik kaynak kirliliğine karşı alınabilecek önlemleri açıklayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Yaşadığınız bölgede tüketilen yakıt türlerini inceleyiniz.➤ Yaşadığınız bölgedeki binaların ısıtma yöntemlerini inceleyiniz.➤ Yaşadığınız bölgedeki binaların yalıtım özelliklerini inceleyiniz.

<p>➤ Motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliğine karşı alınabilecek önlemleri açıklayınız.</p>	<p>➤ Trafikte Seyreden Motorlu Kara Taşıtlarından Kaynaklanan Egzoz Gazı Emisyonlarının Kontrolüne Dair Yönetmeliği inceleyiniz.</p> <p>➤ Yaşadığınız bölgedeki motorlu taşıtların kullandığı yakıt türlerini inceleyiniz.</p>
<p>➤ Yerleşim alanlarına karşı alınabilecek önlemleri sıralayınız.</p>	<p>➤ Bulduğunuz yerleşim alanının coğrafi özelliğini inceleyiniz.</p> <p>➤ Yerel yönetimlerin hava kirliliğini önlemeye yönelik görev ve sorumluluklarını inceleyiniz.</p> <p>➤ Çevre ve orman bakanlığının hava kirliliğini önlemeye yönelik görev ve sorumluluklarını inceleyiniz.</p> <p>➤ Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğini inceleyiniz.</p>
<p>➤ Bacaların uygunluğunu kontrol ediniz.</p>	<p>➤ Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğini inceleyiniz.</p> <p>➤ Baca filtrelerinin uygunluğunu inceleyiniz.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi, yanma ve ısıtma sonunda oluşan duman ve gazları, bunların atıkların ocaktan dışarı atan tesisattır?
A) Baca
B) Filtre
C) Egzoz
D) Ateş filtresi
E) Korozyon
2. Aşağıdakilerden hangisi, baca filtre çeşitlerinden değildir?
A) Ultrasonik ayırıcılar
B) Torba filtreler
C) Elektro filtreler
D) Siklonlar
E) Smog
3. Aşağıdakilerden hangisi, hava kirliliğinin insanlara etkilerindedir?
A) Epilepsi
B) Bronşit
C) Ülser
D) Sistit
E) Hepatit
4. Aşağıdakilerden hangisi, özellikle çocuklarda beyin zararları oluşturan hava kirleticisidir?
A) Nitrojen dioksit
B) Ozon
C) Kurşun
D) Karbondioksit
E) Karbonmonoksit
5. Aşağıdakilerden hangisi, hava kirliliğinin ekonomik yönden zararlıdır?
A) Sera etkisi
B) Okyanusların genişlemesi
C) Buzulların erimesi
D) İş gücü kaybı
E) Bazı yerlerin sular altında kalması

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise diğer faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Yürürlükteki mevzuat doğrultusunda, hava kirliliğine yönelik ölçme sonuçlarının limit değerlere uygunluk işlemlerini yürütebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bulduğunuz bölgedeki hava kirliliği ölçüm yöntemlerini araştırınız.
- Bulduğunuz bölgenin mevsimlere göre hava kirliliği limit değerlerini araştırınız.
- Çevre sağlığı teknisyeninin, taşıtların emisyon ölçümleri ile ilgili görev ve sorumluluklarını araştırınız.

3. HAVA KİRLİLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ

Ölçümler; kirleticinin olduğu yerde emisyon miktarını saptamak ve atmosferde kirleticinin etkisini görmek için yapılır.

Hava kirleticilerin ölçüm yönteminin seçimi; ölçülecek maddeye, kirleticinin sahip olduğu davranışlara, ölçüm sonuçlarının değerlendirme amacına bağlıdır. Ölçümler sürekli ve sürekli olmayan diye ikiye ayrılır;

- **Sürekli Ölçümler:** Zamana bağlı değişimleri gösterir. Fiziksel, fiziko-kimyasal ve kimyasal ölçüm prensibine dayanan otomatik ölçüm cihazları ile yapılır. Ölçülen değerler anlık görülebilir, sabit yazıcı olanağı ile cihazlar otomatik kalibre edilir.
- **Sürekli Olmayan Ölçümler:** Ölçüm periyodundaki ortalamaı gösterir. Zamana bağlı değişimleri görmek için uygun ve duyarlı periyot saptanır. Çoğunlukla manüel ya da yarı otomatik cihazlarla yapılır. Genellikle iki adımda yapılır;
 - Farklı örnekleme aletleri ile örnek toplama,
 - Örneklerin laboratuvarında analizi şeklinde yapılır.

Çok düşük konsantrasyonlar nedeniyle sürekli ölçümde saptanamayan maddeler için uygundur. Sonuçlar, örnek alındıktan belli bir süre sonra öğrenilir.


3.1. Hava Kalitesi Ölçüm Yöntemleri

Hava kaliteleri aşağıdaki metotlarla ölçülür. Burada verilen metotlar ile yeni metotların güvenilirlikleri, TSE tarafından standartlaştırıldıktan ve Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğüne tebliğ edildikten sonra tescil edilir. İlgili standartlar hazırlanmamışsa ölçme metotları Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü tarafından önerilen uluslararası metot standartlarına uygun olarak tatbik edilir. Hava kalitesinin ölçümünde kullanılan genel metodlar aşağıda verilmiştir.

- **Pasif Örnekleyiciler:** Çeşitli gazlar için kullanılan pasif örnekleyiciler; gaz ve buhar halindeki kirlenici numunelerini, atmosferdeki statik bir tabaka içinden difüzyon veya bir membran içinden permeasyon (emdirme) gibi fiziksel bir işlemle, atmosferden hız kontrollü olarak alabilen cihaz olarak tanımlanır; ancak burada, havanın örnekleyici içinden aktif bir hareketle geçmesi gerekmez. Bu ölçüm sonuçları, meteorolojik koşullara bağlıdır. Difüzyon tipi örnekleyicilerin temel prensibi; gaz moleküllerinin, yüksek yoğunlaşma bölgesinden, düşük yoğunlaşma bölgesine difüze olmasıdır.
- **Aktif Örnekleyiciler:** Bu örnekleyiciler, hava numunesini bir pompa aracılığı ile kimyasal veya fiziksel bir ortamdan geçirilebilmesi için elektrik enerjisine ihtiyaç duyar. Örneklenen hava hacminin yüksek olması, hassasiyeti artırır.
- **Otomatik Analizörler:** Bu cihazlar, ölçülen gazın fiziksel ve kimyasal özelliklerinden yararlanarak sürekli tayinlerine olanak sağlar. Örneklenen hava ya gazın optik özelliğine göre doğrudan reaksiyon hücresine girer ya da kimyasal ısıma veya floresans ışığı üreterek kimyasal reaksiyon oluşur.
- **Uzaktan Algılayıcılar:** Uzaktan algılayıcılar belirli bir hat boyunca (normal olarak >100m) çok bileşenli ölçümlerin yapılmasına olanak sağlar. Uzaktan algılayıcılar, kaynak yakınındaki araştırmalar ve atmosferdeki dikey ölçümler için faydalıdır. (troposferik ve stratosferik ozon dağılımı)

Hava kirlenicilerinin ölçüm yöntemleri aşağıda verilmiştir;

KİRLETİCİ ADI	ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ
Kükürt dioksit (SO₂)	<ul style="list-style-type: none">➤ Test Çözeltisinde Redoks➤ Konduktometrik Metod➤ Alev Fotometrik Metod (FPD)➤ Tetrakloro Merkürat (TCM) Metodu
Azot Oksitleri (NO, NO₂, NO_x)	<ul style="list-style-type: none">➤ Fotometrik Metod➤ Salzman Reaktifi ile Fotometrik Metod➤ Kemüluminessans (Kimyasal Işıma Metodu)
Karbon Monoksit (CO)	<ul style="list-style-type: none">➤ Gaz Filtresi Korelasyon Yöntemi➤ İnfrared (Kızılötesi) Absorpsiyonu
Asılı Partiküler Madde (PM₁₀)	<ul style="list-style-type: none">➤ β Işını Absorpsiyon Yöntemi

Klor	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gümüş Nitratla Potensiyometrik Titrasyon ➤ Civa Rodanürle Fotometrik Tayin Metodu ➤ Infrared (Kızıl ötesi) Absorpsiyonu
Flor ve Gaz haldeki Flor Bileşikleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gümüş küre metodu ➤ Destilasyon Metodu
Ozon	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kemiluminessans (kimyasal ışımaya metodu) <div style="text-align: center;">  <p>Resim 3.1: Ozon ölçümü</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Potasyum İyodür Metodu
Toplam Hidrokarbon	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alev İyonizasyon Dedektörü (FID)
Hidrojen Sülfür	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Test Çözeltilisinde Redoks
Havada Asılı Partikül Madde	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Filtre sisteminde kütle konsantrasyonu ➤ Filtre sistemli ışınları kırınımı Metodu ➤ Optik metodlar
PM de kurşun	<ul style="list-style-type: none"> ➤ x ışınları Floresans Metodu ➤ Atomik absorpsiyon Metodu
Çöken Tozlar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bergerhoff Metodu

Tablo 3.1: Hava kirleticiler ve ölçüm yöntemleri

3.2. Hava Kirliliği Limit Değerleri

İnsan sağlığının korunması, çevrede kısa ve uzun vadeli olumsuz etkilerin ortaya çıkmaması için atmosferdeki hava kirleticilerinin bir arada bulduklarında, değişen zararlı etkileri de göz önüne alınarak tespit edilmiş konsantrasyon birim seviyeleridir.

Hava kirliliği limit değerleri aşağıda verilmiştir.

- **Uzun vadeli değer: (UVD)** Bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması olan değerdir.
- **Uzun vadeli sınır değer: (UVS)** Bir yıl içinde aşılmaması gereken, tüm ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalamasıdır.
- **Kısa vadeli sınır değer: (KVS)** 24 saatlik ortalamalar veya bir yıl içinde bütün ölçüm sonuçlarının sayısal değerlerinin büyüklüklerine göre sıralandığında ölçüm sonuçlarının %95'ini aşmaması gereken değerdir. UVS ve KVS için verilen süreler genellikle 1 yıllık dönemleri kapsar.

Uzun vadeli ve kısa vadeli sınır değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

HAVA KİRLLETİCİLERİ	BİRİM	KVS	UVS (*)
Kükürtdioksit (SO₂) ve (SO₃) dahil			
a) Genel	µg/m ³	150	400 (900)
b) Endüstri Bölgeleri	µg/m ³	250	400 (900)
Karbonmonoksit (CO)	µg/m ³	10000	30000
Azotdioksit (NO₂)	µg/m ³	100	300
Azotmonoksit (NO)	µg/m ³	200	600
Klor (Cl₂)	µg/m ³	100	300
Klorlu hidrojen (HCl) ve gaz halde anorganik klorürler (Cl-)	µg/m ³	-	(240)
Ozon (O₃) ve fotokimyasal oksitleyiciler	µg/m ³	-	140 (280)
Hidrokarbonlar (HC)	µg/m ³	-	40 (100)
Hidrojen sülfür (H₂S)	µg/m ³		
Havada asılı partikül maddeler (PM) 10 mikron ve daha küçük partiküller			
a) Genel	µg/m ³	150	300
b) Endüstri Bölgeleri	µg/m ³	200	400
PM içinde kurşun (Pb) ve bileşikleri	µg/m ³	2	-
PM içinde kadmiyum (Cd) ve bileşikleri	µg/m ³	0.04	-
Çöken tozlarda kurşun (Pb) ve bileşikleri	µg/m ² gün	500	-

Tablo 3.2: Çeşitli hava kirlleticileri için uyulması gereken uzun ve kısa vadeli sınır değerler (Parantez içindeki rakamlar referans maksimum saatlik sınır değerlerdir.)

- **Kış sezonu ortalaması sınır değerleri:** Yerleşim yerlerinde binaların ısıtılmasıyla ortaya çıkan hava kirlenmesine neden olan kirleticilerin Ekim-Mart ayları arasında yapılan ölçüm değerleridir. Bu değerlerin ortalamaları, aşılmaması gereken kış sezonu UVS değerleri ile karşılaştırılır.

Kış sezonu ortalaması sınır değerleri aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

KİRLETİCİLER	KIŞ SEZONU ORTALAMASI SINIR DEĞERLERİ
Kükürt Dioksit	250 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Havada Asılı Partikül Madde	200 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tablo 3.3: Kış sezonu ortalaması sınır değerleri

Kükürt dioksit ve havada asılı PM (partikül maddeler) için aşağıdaki hedef sınır değerler tespit edilmiştir.

HEDEF SINIR DEĞERLER	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Yıllık Aritmetik Ortalama	60	60
Kış Sezonu (Ekim-Mart) Ortalaması	120	120
Maksimum 24 Saatlik Değer	150	150
1 Saatlik Değer	450	-

Tablo 3.4: Kükürt dioksit ve havada asılı PM (partikül maddeler) için aşağıdaki hedef sınır değerler

Bu hedeflere mümkün olan en yakın zamanda ulaşmak için programlar geliştirilir. Tesisler kurulurken hava kalitesini koruma önlemleri kuruluş tarihinde yürürlükte olan UVS ve KVS değerlerine göre alınır.

Hayvan, bitki ve eşyayı hava kirliliğinin zararlı etkilerinden korumak için özel koruma alanlarında kükürt dioksit, gaz halinde anorganik klor ve flor bileşikleri; çöken tozlarda kurşun ve kadmiyum miktarları için aşağıdaki özel sınır değerler uygulanır.

KİRLETİCİLER	Birim	UVS
Kükürt Dioksit	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	60
Gaz Halinde Anorganik Klor Bileşikleri	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	60
Gaz Halinde Anorganik Flor Bileşikleri	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.3
Kurşun	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{gün}$	250
Kadmiyum	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{gün}$	2.5

Tablo 3.5: Kirleticilerin özel sınır değerleri

Petro Kimya Tesisleri ve petrol rafinerilerinde uyulması istenilen hava kalitesi sınır değerleri aşağıdaki gibidir.

		Birinci ^(*)	İkinci ^(**)
	Birim	Sınır Değer	Sınır Değer
Benzen	mg/m ³	5,0	10,0
Toluen	mg/m ³	2,0	6,0
Ksilen	mg/m ³	1,5	6,0
Olefinler	mg/m ³	1,5	3,0
Toplam Organik Buharlar (Karbon cinsinden)	mg/m ³	2,0	10,0
		Birinci ^(*)	İkinci ^(**)
	Birim	Sınır Değer	Sınır Değer
Etil Benzen	mg/m ³	0,02	3,0
Kumol (İzopropil Benzen)	mg/m ³	0,02	2,0
Trimetil Benzen	mg/m ³	0,02	1,0
Merkaptan	mg/m ³	0,005	0,06
Tetra etil-tetra metil Kurşun	mg/m ³	-	0,001

Tablo 3.6: Petro kimya tesisleri ve petrol rafinerilerinde uyulması istenilen hava kalitesi sınır değerleri

(*) Bir yıl içindeki toplam saatlerin % 6'sından fazla zaman içerisinde bu sınırlar aşılmışsa önemli rahatsızlıkların söz konusu olduğu, tesis izni verilmesi için esas olan şartların yerine getirilmediği kabul edilir.

(**) Bir yıl içindeki toplam saatlerin % 1'inden fazlasında aşılmaması gereken değerlerdir. Ölçüm değerleri 1 saatlik ortalamalar halinde verilir.

3.2.1. Hava Kirleticileri Konsantrasyonları ve Çökeltme Oranlarının Değerlendirilmesinde Referans Metotlar

- Kükürt dioksit analizi referans metodu, (kükürt dioksit tayini)
- Azot dioksit ve azot oksitlerin analizi referans metodu, (azot dioksit ve azot oksitlerin tayini)
- Kurşun örnekleme analizi referans metodu, (Dış ortam havasında filtrelerde toplanan aerosollerin partiküler kurşun içeriğinin tayini.)
- PM₁₀ örnekleme ve ölçümü analizi referans metodu, (Partiküler maddenin PM₁₀ fraksiyonunun filtre üzerinde toplanması ve kütle tayini esaslıdır.)
- PM_{2,5} örnekleme ve ölçümü analizi referans metodu, (Bakanlık tarafından uygun olduğu düşünülen bir metot kullanılır.)
- Benzenin örnekleme/ analizi referans metodu, (Dış ortam havasında arsenik, kadmiyum ve nikel konsantrasyonlarının ölçümü.)
- Karbon monoksit analizi referans metodu, (Ulusal standart metotları kullanılır.)

- Dış ortam havasında arsenik, kadmiyum ve nikel örnekleme ve analizi referans metodu, (Dış ortam havasında arsenik, kadmiyum ve nikel konsantrasyonlarının ölçümü.)
- Dış ortam havasında polisiklik aromatik hidrokarbonların örnekleme ve analizi referans metodu, (Dış ortam havasında benzo (a) piren konsantrasyonlarının ölçümü.)
- Dış ortam havasında cıvanın örnekleme ve analizi referans metodu, (Dış ortam havasında gaz halindeki toplam cıva konsantrasyonlarının ölçümü.)
- Arsenik, kadmiyum, cıva, nikel ve polisiklik aromatik hidrokarbonların çökmesinin örnekleme analizi referans metodu, (Çökelen arsenik, kadmiyum, cıva, nikel ve polisiklik aromatik hidrokarbonların ulusal standart metotlar kullanılır.)
- Ozon cihazlarının kalibrasyonu ve kalibrasyonu ve ozon analizi referans metodu. (analiz ve kalibrasyon metodu)



Resim 3.2: Hava ozon miktarı ölçümü

VOC (Volatile organic compounds - uçucu organik bileşikler) analizi referans metodu (VOC örnekleme ve ölçme için kullanılan metotlar, bakanlığa bildirmek zorundadır).

3.2.2. Hava Kalitesi İndeksi

Hava kalitesi indeksinin temel amacı; hava kalitesi ve hava kirliliği hakkında basit bilgilerle halkın bilgilendirilmesi ve sağlıklarını nasıl koruyacaklarını öğrenmelerini sağlamaktır. Hava kalitesi indeksi, günlük hava kalitesini raporlamak için basit bir yoldur. Solduğumuz havanın temiz veya kirli olduğunu ifade eder. Bu amaca yönelik olarak;

- Hava durumu gibi hava kalitesi de günlük veya saatlik değişmektedir. Hava kalitesini ölçen otoriteler, insanlara solduğu hava kalitesi hakkında sürekli bilgi verir,
- Problemleri kirleticiler günlük olarak incelenmelidir,

- Meteorolojik parametreler kullanılarak diğer günler için hava kalitesi ile ilgili ölçümler yapılır,
- Hava kalitesi indeksi, hava kalitesinin ölçüldüğü yerlerde; havanın kalite olarak iyi, orta, sağlıksız, kötü veya zararlı olduğu hakkında bilgi verir,
- Hava kalitesi indeksi, farklı hava kalitesi ile birlikte genel halk sağlığı üzerine etkisini, hava kirliliği seviyesini, sağlıksız seviyeye yükseldiğinde alınması gereken önlemleri belirler.

Beş temel kirlenici için hava kalitesi indeksi hesaplanır. Bunlar; partikül maddeler, karbon monoksit, (CO) kükürt dioksit, (SO₂) azot dioksit (NO₂) ve ozon (O₃) dur. Bu kirlenicilerin her biri için hava kalitesi indeks değerleri geliştirilmiştir. Hava kalitesi indeksi yükseldikçe hava kirliliği de artar. Hava kalitesi indeksi derecelendirmesi aşağıdaki gibidir.

- **İyi:** Hava kalitesi indeksi, 0-50 µg/m³ arasında olduğunda, hava kalitesinin sağlık açısından iyi olduğunu ve hava kirliliğinin düşük etkiye sahip olduğunu söyleyebiliriz.
- **Orta:** Hava kalitesi indeksi, 51 ile 100 µg/m³ arasında olduğunda, hava kalitesi kabul edilebilir sınırlar içinde demektir. Bazı kirleniciler bazı insanlar için olumsuz etkiye sahiptir. Ozona karşı oldukça hassas olan kişilerde solunum semptomları görülür.
- **Hassas gruplar için sağlıksız:** Hava kalitesi indeksi 101-150 µg/m³ arasında olduğunda, hassas grup üyelerinin sağlıkları üzerinde olumsuz etkileri görülür. Akciğer hastası kişiler büyük risk altındadırlar. Hava kalitesi indeksi bu aralıkta iken genel olarak sağlıklı kişiler çok fazla etkilenmez.
- **Sağlıksız:** Hava kalitesi indeksi 151-200 µg/m³ arasında olduğunda, herhangi bir kişide sağlık etkileri görülmeye başlar.
- **Çok Sağlıksız:** 201-300 µg/m³ arasındaki hava kalitesi indeksi, AQI, (Air Quality Index) sağlık açısından alarm işaretini gösterir. Herhangi bir kişide ciddi sağlık etkileri görülebilir.
- **Tehlikeli:** Hava kalitesi indeksi 300' µg/m³ ü aştığı zaman, acil sağlık ikazları başlar. Tüm halk olumsuz olarak etkilenir.

Kolay anlaşılabilir diye HKİ skalası değişik renkler ile 6 kategoriye bölünmüştür:

HAVA KALİTESİ İNDEKSİ (HKİ / AQI)	SAĞLIK SEVİYESİ	RENKLER
HKİ aşağıda belirtilen aralıkta olduğunda	Hava Kalitesi	Aşağıda belirtilen renkler ile sembolize edilir
0 - 50 arasında	İyi	Yeşil
51 - 100 arasında	Orta	Sarı
101 - 150 arasında	Hassas gruplar için sağlıksız	Turuncu
151 - 200 arasında	Sağlıksız	Kırmızı
201 - 300 arasında	Çok sağlıksız	Mor / Pembe
301 - 500 arasında	Tehlikeli	Kahverengi

Tablo 3.7: Hava kalitesi indeksi skalası

3.3. Hava Kirliliği Ölçme Sıklığı

Gaz halindeki hava kirleticiler için yapılan sürekli olmayan ölçümler, inceleme bölgesini temsil edebilecek nitelikte olduğu tespit edilmişse, iş günlerinde (pazartesi-cuma) 8-16 saatleri arasında sınırlandırılabilir. Gaz halindeki hava kirleticileri için yapılan sürekli olmayan ölçümlerde UVD için UVS değerin %80 inden fazla bir değer bekleniyorsa bu inceleme alanında her bir ölçme yeri için yılda en az 26 ölçme değeri gerekir. Diğer durumlarda ölçme yeri başına yılda 13 ölçüm değeri yeterlidir. Ölçme yeri başına 13 ölçüm değeri, UVD, UVS nin %85'inin üzerine çıktığında, 26 ya yükseltilir.

Havada asılı partikül madde ve bunların muhtevastaki kurşun ile kadmiyum miktarlarının sürekli olmayan ölçmelerinde, UVD, UVS değerin % 80 nini aşılıyorsa ölçmeler iş günlerinde (Pazartesi-cuma) 8-16 saatleri arasında sınırlandırılabilir ve ölçme yeri başına bir ay içinde 10 iş gününde yapılır. Diğer durumlarda her ay için ölçme yeri başına 5 iş günü yeterlidir.

Çöken tozlar her bir ölçme yeri için ölçme süresi boyunca aylık olarak ölçülür. Çöken tozlar için ölçüm değeri "Aylık Ortalama Değer" olarak tespit edilir. Kurşun, kadmiyum, talyum ve bileşiklerinin çöken tozlar içindeki miktarları "Yıllık ortalama Değer" olarak tespit edilir, havada asılı partiküllerin kütle konsantrasyonları ve bunların içeriğindeki kurşun ve kadmiyum "Günlük Ortalama Değer", olarak tespit edilir. Gaz halindeki hava kirleticiler "Saatlik Ortalama Değer" olarak tespit edilir.

Sürekli olmayan ölçmeler için numune alma zamanı yarım saattir. Eğer söz konusu inceleme bölgesinde, yakın ve birbirinin aynı sonuçlar elde ediliyorsa numune alma zamanı 10 dakikaya kadar indirilebilir.

Resmi makamlar tarafından kurulan istasyonlarda, izne tabi olmayan emisyon kaynaklarının sebep olduğu, hassas kirlenme bölgelerinde meydana gelen kirlenmelerin ölçülmesinde, gazların ve havada asılı partikül maddelerin ölçüm sonuçları, 24 saatlik ortalama değer olarak tespit edilir. Eğer imkân dâhilinde ise kükürt dioksit kirlenmesinin yoğun olduğu bölgelerde kükürt dioksit ölçüm sonuçları, "Saatlik Ortalama Değerler" olarak tespit edilir.

3.3.1. Hava Kirliliği Seviyesinin Ölçüm ve Tespiti

Hava kirliliği seviyesinin ölçüm ve tespitinde aşağıdaki yol izlenir.

➤ Ölçme planı

Ölçümlerin, yetkililerce onaylanmış ölçme planına göre yapılması için inceleme bölgesindeki; inceleme alanları, ölçme konuları, ölçme yüksekliği, ölçümlerin süresi, ölçme yeri, ölçme metodu, ölçme sıklığı ve her bir ölçme için gerekli süre verilir. Ölçüme gerek duyulmamışsa bunun sebepleri belirtilir. Tespit edilmiş inceleme alanlarında ölçümlere gerek duyulmaması, ölçülerek veya hesap yoluyla bulunmuş hava kalitesi aritmetik ortalama değerinin, UVS sınır değerinin % 60'ı altında olması durumunda mümkündür. Hava kirliliği ölçüm veya tespitleri, başvuru tarihinden itibaren dört yılı aşmamışsa ve geçen süre zarfında inceleme bölgesinde hava kirlenmelerini belirleyen emisyon nispetleri önemli ölçüde değişmemişse yeni ölçmelere gerek duyulmaz.

➤ İnceleme bölgesi

Tespit edilmiş baca yüksekliklerinin 30 katı yarıçapa sahip bölge inceleme bölgesidir. Emisyonların ortaya çıkma yüksekliği zeminden itibaren 30 metreden daha az olan tesislerde inceleme bölgesi bir kenar uzunluğu 2 km² alana sahiptir.

➤ İnceleme alanı

İnceleme bölgeleri içinde kenar uzunlukları 1 x 1 km² şeklindeki alanlardır.

➤ Ölçüm yüksekliği

Hava kalitesi ölçmeleri kural olarak yer seviyesinden, (veya binadan) (veya ekili alandan) 1.5-4.0 m arasındaki yüksekliklerde ve binadan en az 1.5 m yan mesafe tutularak yapılır. Ormanda yapılan ölçmeler, direkler yardımıyla yüksekte yapılmalıdır.

➤ Ölçüm süresi

Bu süre genellikle bir yıldır. Daha kısa bir ölçme süresinin onaylanabilmesi için daha kısa sürede yapılan ölçümler ile bir yıl içinde ortaya çıkan değerler hakkında bir karara varılabilmesi gerekir. Altı aylık ölçme süresinin altına inilemez.

➤ Ölçüm yerleri

Ölçüm yerleri ve ölçüm istasyonları; emisyonları komşu kaynaklardan ayırt edebilmek ve inceleme alanını temsil edecek değerleri tespit etmek amacıyla kurulur. Dağınık kaynaklarda ölçüm yeri kaynak dışında tespit edilir. Bu ölçümlerde, inceleme alanları kare şeklindeki ölçüm şebekesinin yakın köşe noktalarıdır.



Resim 3.3: Hava kalitesi ölçüm istasyonu



Resim 3.4: Hava kalitesi ölçüm istasyonu iç görünüm

3.4. Ölçme Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çevre ve Orman Bakanlığı ve il çevre ve orman müdürlükleri, belirli bir zaman dilimi içinde veya sürekli olarak hava kalitesini değerlendirir. Değerlendirilecek kirleticiler, kükürt dioksit, azot dioksit, azot oksitleri, partiküler madde, kurşun, benzen, karbon monoksit, ozon, arsenik, kadmiyum, nikel, benzo piren ve ozon öncül maddelerdir. Kükürt dioksit, azot dioksit, azot oksitleri, partiküler madde, kurşun, benzen, karbon monoksit, arsenik, kadmiyum, nikel ve benzo piren gibi kirleticiler için kirletici konsantrasyonunda önemli bir değişiklik meydana gelirse, her bir "bölge" veya "alt bölge"nin sınıflandırılması her beş yılda bir veya daha erken tekrar gözden geçirilir.

3.4.1. Hava Kalitesinin Saptanması

Alan sınırlaması yapıldıktan sonra belirlenen il ve bölgelerde ölçülecek parametrelere göre hava kalitesinin saptanmasında uygun yöntem ve cihazların saptanması gerekir. Bu amaçla;

- **Emisyon ölçümleri:** Bacalardan numune alma ve standartların saptanmasıdır. Tesis kapasiteleri ve kirlilik yüklerine göre ölçüm yöntemleri ile parametreler belirlenmelidir.
- **Hava kalitesi ölçümleri:** Seçilen alanlarda ölçülecek parametreler, ölçüm yöntemi, ölçüm aralıkları ve cihaz seçimi belirlenmelidir.



Resim 3.5: Hava kalitesi ölçüm cihazı

- **Kalibrasyon ünitesinin kurulması:** Bakım-onarım ve gezici kalibrasyon ünitelerinin oluşturulması, cihazları kullanacak ve bakımını yapacak personelin belirlenerek teknik eğitim verilmesi gerekir. Tüm verilerin toplandığı veri bankası oluşturulmalıdır.
- **Örnek alma:** Hava kirletici gazların konsantrasyonlarının tayin edilmesi ve bir dizi stratejik noktadan amaca uygun örneklerin alınmasıdır. Örnek almada ve ölçülen değerlerin karşılaştırılmasında göz önünde tutulacak koşullar şunlardır:
 - Zaman,
 - Kirlilik kaynağından uzaklık,
 - Ölçüm cihazının bırakılan yer,
 - Meteorolojik faktörler,
 - Topoğrafik yapı,
 - Binalar ve bitki örtüsüdür.

Numune alma, kesit üzerinde tek noktadan alınması yeterli olduğunda, kesit merkezinden alınmalıdır. Hava kirliliğinin tayin edilmesi için birçok stratejik noktalar ve örnek alma yerleri olmalıdır. Örnek alma istasyonları meteorolojik faktörler göz önünde tutularak şehrin yerleşim alanlarının tamamını temsil edecek şekilde kurulmalıdır. Durgun bölgeden hava örneği alınması için serbest konuma sahip olmalıdır. Hava sirkülasyonunu engelleyecek yüksek binalardan uzakta olmalı ve yerden yüksekliği en az 1.5 metre ve en çok 15 metreyi geçmeyecek şekilde kurulmalıdır. Genel kirlilik derecesini araştırmak için herhangi bir noktada kaynak emisyonun doğrudan etkisinde kalmayacak şekilde örnek alınmalıdır. Örnek alma aralığı, örnek alma programının tipine ve amacına bağlı değişir. Hava örneği toplamada kullanılan cihaz, 35 ml kapasiteli standart gaz yıkama şişesi, tuzak, manometre, debi ölçer veya kritik orifis aleti ve emme pompasından oluşur. Kirletici gazın tahmin edilen konsantrasyonuna, yapısına ve araştırma alanlarına göre 30 dakikadan 24 saate kadar değişir.

3.4.2. Hava Kalitesi Değerlendirmesi Sonuçları

Ölçüm dışındaki veri kaynaklarının, hava kalitesi değerlendirmesinde tek araç olduğu veya ölçümden destekleyici bilgi almak için ölçüm dışında veri kaynaklarının kullanıldığı bölgeler ve alt bölgeler için aşağıdaki bilgiler derlenmelidir.

- Yürütülen değerlendirme faaliyetleri,
- Metodun tanımlanmasına ilişkin referanslarla birlikte kullanılan özel metotlar,
- Veri ve bilgi kaynakları,
- Belirsizlikleri ve konsantrasyonların hedef değerleri, uzun vadeli hedefleri,
- Limit değerlerini veya limit değerler artı uygulanabilir tolerans paylarını aştığı “bölge” veya “alt bölge”deki herhangi bir alanı kapsayan sonuçlar,
- İnsan sağlığının korunması olan uzun vadeli hedefler, hedef değerler veya limit değerler, limit değerlerin aşıldığı konsantrasyonlara potansiyel olarak maruz kalan nüfus belirlenir.

Mümkün olan yerlerde, her bir “bölge” ve “alt bölge”deki konsantrasyon dağılımlarını gösteren haritalar derlenerek ölçümler yorumlanır.

3.5. Hava Kirliliğinde Çevre Sağlığı Teknisyenin Görev ve Sorumlulukları

Önlem alınmadan faaliyete geçen sanayi kuruluşunda sonradan çevreyi koruyucu önlemlerin alınması zor, hatta çok kez imkânsızdır. Bu nedenle çevre sağlığı teknisyeni, olayın teknik ayrıntısı hakkında ve hava kirliliği konusunda ilgili mevzuatlar doğrultusunda yeterli bilgiye sahip olmalıdır.

İlgili mevzuat gereğince çıkarılan Çevre Sağlığı Memurları Yönetmeliğinde çevre sağlığı teknisyeninin hava kirliliğine yönelik görevleri şu şekilde açıklanmıştır.

- Mevzuat, bakanlık veya valilik emri ve prensipleri doğrultusunda, amaç ve hedefleri tespit ederek konu ile ilgili plan ve programı hazırlar,

- Hava kirliliği ile ilgili hizmetleri denetlemek, ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirliği yapmak için ilgili bakanlığın emrinde faaliyet gösterir,
- Hava kirliliği ile ilgili olarak, numune alma, sonuçların izlenmesi ve ortaya çıkan sonuçlara göre gerekli önlemlerin alınmasında önemli katkılar sağlar,
- Ayrıca il veya ilçe umumi hıfzıssıhha meclislerinin sekretaryasını yürütür, Yakıtların kontrolünü yapmak, taşıtların emisyon ölçümlerini yapmak ve konuyla ilgili diğer çalışmalara katılmak da görevleri arasındadır,
- Çevre sağlığı teknisyeninin en önemli görevlerinden birisi de toplumun eğitimidir. Bu eğitim yapılmadan hava kirliliğini önlemeye yönelik çalışmalarda toplum bireylerinin katkı ve katılımının sağlanması mümkün değildir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Hava kirliliği limit değerlerinin uygunluk işlemlerini yürütünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Ölçümleri limit değerlerle karşılaştırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Hava kirleticilerin uzun vadeli değerlerini inceleyiniz.➤ Hava kirleticilerin uzun vadeli sınır değerlerini inceleyiniz.➤ Hava kirleticilerin kısa vadeli değerlerini inceleyiniz.
➤ Ölçüm sonuçlarının limit değerlere uygunluğunu kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü internet sitesinden, yaşadığınız bölgenin hava kalitesi verilerini inceleyiniz.➤ Elde ettiğiniz verileri hava kalitesi indeksi skalası ile karşılaştırınız.
➤ Kontrol sonuçlarını ilgili kurum/kuruluşlara gönderiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ İlgili yönetmelikler doğrultusunda gerekli yazışmaları yapınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi, SO₂ 'in kış sezonu ortalama hedef sınır değeridir?
A) 60
B) 70
C) 150
D) 450
E) 120
2. Aşağıdakilerden hangisi, havada asılı partikül madde ve bunların muhtevastındaki kurşun ile kadmiyum miktarlarının ölçme sıklığıdır?
A) İş günlerinde (pazartesi-cuma) 8-16 saatleri arasında
B) İş günlerinde (salı-cuma) 8-16 saatleri arasında
C) Hafta sonu (cumartesi- pazar) 9-18 saatleri arasında
D) İş günlerinde (pazartesi-cuma) 8-16 saatleri arasında
E) Hafta sonu (cumartesi- pazar) 8-16 saatleri arasında
3. Aşağıdakilerden hangisi, hava kirliliğine neden olan doğal kaynaklardandır?
A) Endüstri
B) Tozlar
C) Santraller
D) Trafik
E) Sanayi
4. Aşağıdakilerden hangisi, küresel ısınmayı önlemek için alınacak önlemlerendir?
A) Fosil yakıt kullanılması
B) Pencere, kapı ve çatı izolasyonu
C) Ev alet ve gereçlerinde standartların geliştirilmesi
D) Doğal gazı yalnızca ısınmada kullanmak
E) Egzoz gazı emisyonlarının yapılmaması
5. Hava kalitesinin değerlendirmesini yapan bakanlık, aşağıdakilerden hangisidir?
A) Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
B) Çevre ve Orman Bakanlığı
C) İçişleri Bakanlığı
D) Sağlık Bakanlığı
E) Milli Eğitim Bakanlığı

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise modül değerlendirmeye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi, hava kalitesi ölçüm yöntemlerinden değildir?
A) Aktif algılayıcılar
B) Pasif örnekleyiciler
C) Aktif örnekleyiciler
D) Otomatik analizörler
E) Uzaktan algılayıcılar
2. Aşağıdakilerden hangisi, kükürt dioksit ölçüm yöntemidir?
A) Kimyasal Işıma (Chemiluminescence) Yöntemi
B) Elektriksel İletkenlik Yöntemi
C) Saltzman yöntemi (Absorbsiyonmetri)
D) Gaz filtresi korelasyon yöntemi
E) Sabit potansiyelde elektroliz yöntemi
3. Aşağıdakilerden hangisi, asit yağmurlarının etkilerinden değildir?
A) Solunum ve terlemede dengesizlik
B) Bitkilerin büyümesinin yavaşlaması
C) Çiçeklerin yapısında değişiklikler
D) Bitki örtüsünün seyrelmesi
E) Bitkilerin meyvelerin büyümesi
4. Aşağıdaki kirleticilerden hangisi, solunum yolu problemleri ve akciğer dokusunun bozulmasına neden olur?
A) Karbon monoksit
B) Kurşun
C) Sülfürdioksit
D) Karbondioksit
E) Ozon
5. Aşağıdakilerden hangisi, hava kirliliğinin bir yıl içinde aşılmaması gereken, ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalamasıdır?
A) Kısa vadeli sınır değer
B) Orta vadeli sınır değer
C) PM₁₀ örnekleme
D) Uzun vadeli sınır değer
E) PM_{2,5} örnekleme

6. Şehir planlamasında ve bina yapımında güneş ile yapı arasındaki ilişkinin iyi ayarlanması, aşağıdakilerden hangi etkiyi engelleyecektir?
- A) Doğal sera etkisi
 - B) El Nino'nun etkisi
 - C) Dünyanın prezisyon hareketi
 - D) Isı ada etkisi
 - E) Güneşin etkisi
7. Aşağıdakilerden hangisi, hava kalitesi indeksi skalasında tehlikeli kabul edilen değeri ifade eden renktir?
- A) Yeşil
 - B) Sarı
 - C) Kahverengi
 - D) Turuncu
 - E) Mor/pembe

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	E
4	B
5	E

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	E
3	B
4	C
5	D

ÖĞRENME FAALİYETİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	E
2	A
3	B
4	C
5	B

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	E
4	C
5	D
6	D
7	C

KAYNAKÇA

- ERDEN Baki, **Çağımız ve Çevre Kirliliği**, Kadioğlu matbaası, Ankara, 1991.
- ÇOBANOĞLU Zakir , **Hava Kirliliği**, Mavi ofset, Ankara, 2001.
- ÇOBANOĞLU Zakir , **Hava Kirliliği**, Songür yayıncılık, Ankara, 2007.
- İNCECİK Selahattin, **Hava Kirliliği**, Teknik Üniversite matbaası, istanbul, 1994.
- <http://www.rshm.gov.tr>
- <http://www.meteoroloji.gov.tr>
- <http://chem.eng.ankara.edu.tr>