

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

## **AİLE VE TÜKETİCİ HİZMETLERİ**

**HAVA KİRLİLİĞİNİN KÜRESEL ETKİSİ  
850CK0060**

**Ankara, 2012**

- 
- 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 .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	3
1.1. Dünya Çapında Hava Kirliliğinin İklim Etkisi.....	4
1.2. Sera Etkisi ve İklim Değişikliği .....	5
1.3. Ozon Tabakası ve İklim Değişikliği .....	9
1.4. Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik .....	13
1.5. Kyoto Sözleşmesi.....	13
UYGULAMA FAALİYETİ .....	17
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	18
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	19
2. ASİT YAĞMURLARI .....	19
2.1. Tanımı .....	20
2.2. Oluşumu .....	20
2.3. İklim Etkileri .....	21
2.4. Canlılara Etkileri .....	22
UYGULAMA FAALİYETİ .....	25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	26
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	27
CEVAP ANAHTARLARI .....	29
KAYNAKÇA .....	31

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>850CK0060</b>
<b>ALAN</b>	<b>Aile ve Tüketici Hizmetleri</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Çevre Hizmetleri</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Hava Kirliliğinin Küresel Etkisi</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Hava kirliliğinin küresel etkisinin incelenerek tespit edilmesini sağlayan öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/24
<b>ÖN KOŞUL</b>	Bu modülün ön koşulu yoktur.
<b>YETERLİK</b>	Hava kirliliğinin küresel etkisini tespit etmek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Uygun ortam ve koşullar sağlandığında; hava kirliliğinin küresel etkisini yasal uygulamalar ve çevreyi koruma doğrultusunda tespit edebileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Hava kirliliğinin iklim değişikliğine etkisini doğru araştırabileceksiniz.</li><li>2. Asit yağmurlarının hava kirliliğine etkisini çevreyi koruma çerçevesinde araştırabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Sınıf ortamı <b>Donanım:</b> İnternet, yazılı, görsel yayınlar, tepegöz, konuyla ilgili afiş, broşür vb. donanımlar
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Günümüzde, her geçen gün artan çevre sorunlarının başında gelen hava kirliliği, geleceğin dünyasını ciddi bir şekilde tehdit etmekte, ekolojik tehlikelerle karşı karşıya bırakmaktadır. Dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak artan enerji kullanımı, endüstrinin gelişimi ve şehirleşmeyle ortaya çıkan hava kirliliği, insan sağlığı ve diğer canlılar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Sanayi, endüstri ve ısınmada kullanılan fosil yakıtlar ilk çağlardan itibaren çevreyi etkilemiştir. İlk başlarda bu etki göreceli olarak küçük olmuş ve çevre bu etkiyi kendi doğal mekanizması içerisinde etkisini azaltmıştır. Günümüzde hızla artan insan nüfusu, gelişen teknolojinin yarattığı yeni sorunlar, çevreyi daha olumsuz etkilemekte ve çevrenin doğal olarak kendini koruma kapasitesini aşmaktadır.

Sanayi devriminin ilk yıllarından itibaren atmosferdeki sera gazları bileşeni artmaktadır. Hava kirliliği devam ettikçe dünyanın ortalama sıcaklığı artmakta bununla birlikte küresel iklim değişikliği ve küresel çevre etkileşimi ile atmosferde, Ultraviyole (UV B) radyasyonu yükselmekte, stratosferik ozon azalmakta ve atmosferdeki sera gazı miktarları yükselmektedir.

Bu modül ile, hava kirliliğinin iklim değişikliğine ve asit yağmurlarının hava kirliliğine etkilerini öğrenebileceksiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Uygun ortam ve koşullar sağlandığında hava kirliliğinin iklim değişikliğine etkisini doğru araştırabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Hava kirliliğinin iklime etkilerini araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri dosyalayınız.
- Arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Hava kirliliği ile değişime uğrayan atmosfer koşulları, iklimi etkilemektedir. Kentlerde ısınma, ulaşım ya da endüstriyel etkinlikler nedeniyle artan enerji gereksinimi, daha fazla yanmayı gerektirmekte, kentlerdeki ısı ortalaması, kırsal alanlardakinin çok üstünde olmaktadır. Isı artışı ve havayı ısıtan enerji nedeniyle kirlетici maddelerin çoğalması bulutların oluşmasına, yağışların artmasına yol açmaktadır.



**Resim 1.1: Küresel iklim değişikliği**

Kentlerin üzerinde oluşan kirli hava katmanı, morötesi (ultraviyole) ışınlarının kaybına, dolayısıyla gün ışığının azalmasına neden olmaktadır. Bu tür olumsuz gelişmeler, hava kirliliğinin doğal iklim dengesi üzerinde oluşturduğu bozulmaları göstermektedir.

Hava kirliliğinin iklime etkisi, birisi yerel diğeri dünya çapında olmak üzere iki ölçekte olmaktadır. Yerel düzeyde yerleşim alanlarında bulunan kirleticiler yüzeye ulaşan güneş ışınlarını yansıtmakta, dağıtmakta ve az da olsa absorbe etmektedir. Bu olaylar yerleşim alanlarında bazı meteorolojik farklılaşmalara sebep olmaktadır. Ancak yerleşim alanları yerkürenin çok küçük bir kısmını meydana getirdiklerinden dünya çapında ölçekte bu tür meteorolojik değişiklikler çok önemli olmamaktadır. Dünya çapında kirlilik ise bütün dünyayı etkilediğinden çok daha önemlidir.

## 1.1. Dünya Çapında Hava Kirliliğinin İklim Etkisi

Çevreyi oluşturan öğelerden su ve toprak gibi hava da, kirlenebilen bir ortamdır. Havanın gerek insan sağlığına gerekse doğaya zarar verici hale gelmesi kirlilik belirtisidir. Modern yaşantının bir sonucu olan hava kirlenmesi; atmosferde toz, gaz, is, duman, koku ve buhar şeklinde olan kirleticilerin insana, diğer canlılara ve eşyaya zarar verecek şekilde yükselmesi ile havanın doğal bileşimindeki gaz konsantrasyonundaki değişimler sonucunda meydana gelir.

Hava kirliliği genel anlamda, sanayi kuruluşlarındaki emisyonların (dumanla çıkan gazlar) yeteri kadar önlem alınmadan atmosfere bırakılması, ulaşım araçlarından kaynaklanan egzoz gazlarının atmosfere verilmesi, çeşitli endüstri tesisleri ve konutlarda yakılan özellikle fosil yakıtlardan ortaya çıkan partikül (toz, zerrecik), duman, is, kükürt, azot oksitleri ve hidrokarbonlardan oluşmaktadır.



**Resim 1.2: Hava kirliliğinin küresel etkisi**

Yeryüzünde canlılar yaşamlarını, değişik unsurların bir dengeye gelmesiyle ortaya çıkan ekosistemler içinde sürdürmektedirler. Dünya ekosistemindeki bozulma, küresel boyutta yaşanan ve tarihin geçmiş dönemlerinde benzeri görülmeyen çevre sorunlarını beraberinde getirmektedir. Değişik görünümleri bulunan bu çevre sorunlarının en temellerinden biri, insan ve diğer canlı varlıkların sağlığına zarar veren, ekosistemleri ve atmosferin hava dengesini bozan “hava kirliliği”dir. Hava kirliliği, sadece insanları etkilemekle kalmayıp, ekolojik sistemleri de bozmakta, bitkilere zarar vermekte ve yok etmektedir. Bitkilerde yaşanan değişim, besin zinciri dolayısıyla hayvanlarda ağır ve kesin değişimlere yol açabilmektedir.

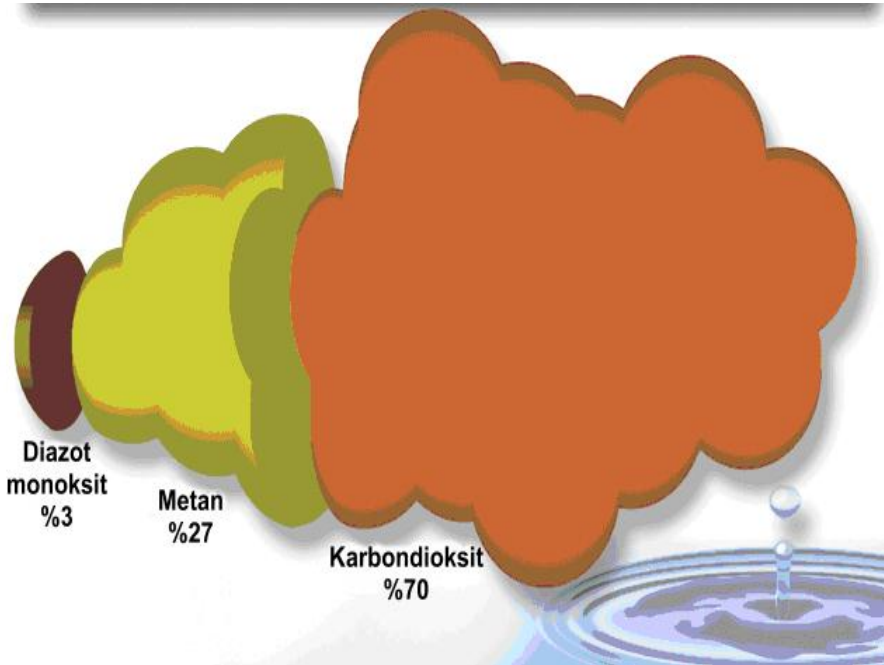


Global ölçekte hava kirliliğinin iki örneği "sera etkisi" ve "ozon tabakasındaki bozulma"dır. Dumanlı sis tabakası, yeryüzü atmosferini kuşatarak iklimi etkileyebilmekte; "sera etkisi" denilen "yeryüzünün aşırı ısınması" söz konusu olmaktadır. Hava kirliliğinin yarattığı "sera etkisi", bir taraftan kuraklık ve asit yağmurları gibi zararlı sonuçlar doğururken; diğer taraftan "küresel ısınma" yoluyla dünya ikliminde önemli boyutlara varan değişim süreçlerine kapı aralamaktadır. Yaşanmakta olduğu ileri sürülen iklim bozuklukları, dünyanın değişik coğrafyalarında aşırı yağışlara ve sel felaketlerine yol açmaktadır. Fırtınalar, sıcak hava dalgaları, su baskınları gibi hava hareketleri çok sık karşılaşılan iklim olayları haline gelmiştir.

Hava kirliliğinin diğer önemli bir sonucu da, atmosferde bulunan ozon tabakasının incilmesi ile güneşin zararlı ışınlarının dolaysız bir şekilde yeryüzüne inmesidir.

## 1.2. Sera Etkisi ve İklim Değişikliği

Kömür, doğal gaz ve fuel gibi fosil yakıtlar, yüksek basınç altında oluşmuş ve karbondioksit içeriği bakımından çok zengin organik maddelerdir. Bu yakıtların kullanımı sonucunda açığa çıkan CO<sub>2</sub> gazı, atmosfere karışmaktadır. Normalde karbon döngüsünün bir parçası olan bu olay, fosil yakıtların kullanımının artması ile atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarının normalden yüksek seviyelere çıkmasına neden olmaktadır.



**Resim 1.3: Küresel ısınmaya neden olan sera gazları**

Havanın başlıca iki bileşeni olan oksijen ve azot gazları, güneşin gözle görülebilen dalga boylu ışınlarını yansıtır ve morötesi ışınların bir kısmını da absorblar (soğurur). Dünya yüzeyine ulaşabilen güneş ışınları, yeryüzü tarafından soğurularak ısıya dönüştürülür.

Bu ısı, yeryüzündeki atomların titreşimine ve kızılötesi ışıma yapmalarına neden olur. Kızılötesi ışımlar, oksijen veya azot gazı tarafından soğurulmaz. Ancak havada bulunan CO<sub>2</sub> ve CFC (kloroflorokarbon) gazları, kızılötesi ışımların bir kısmını soğurarak, atmosferden dışarı çıkmalarını engeller. Bu soğurma olayı, atmosferin ısınmasına yol açar. Bunun sonucunda dünya ısınır. Bu etkiye, "sera etkisi" adı verilir. Sera etkisi, dünya yüzeyinin ortalama sıcaklığını değiştireceği için uzun vadede iklimlerde değişiklikler, buzulların erimesi, mevsimlerin kayması ve tarım alanlarının verimsizleşmesi gibi çok ciddi sorunlara neden olabilir. Uzun dönemde, yeryüzünün, güneşten aldığı enerji kadar enerjiyi uzaya vermesi gerekir.

Sera Gazları	Katkı Oranı (%)	Emisyon Kaynakları
CO <sub>2</sub>	%50	* Kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtların kullanımı * Ormanların yok edilmesi
CFC	%22	* Sprey kutularındaki aerosoller * Buzdolaplarındaki soğutucu maddeler * Elektronik sanayiinde kullanılan temizleme maddeleri * Aircondition sistemleri
CH <sub>4</sub>	%14	* Pirinç tarlaları * Hayvanların mideleri * Biyokütlenin yakılması * Çöp sahaları * Doğal gaz boru hatlarındaki kaçaklar * Maden ocakları
O <sub>3</sub>	%7	* Trafik * Termik santrallerdeki yanma olayları * Tropikal ormanların yok olması
N <sub>2</sub> O	%4	* Suni gübreler * Fosil yakıtlar * Naylon üretimi
Su buharı	%3	

**Tablo 1.1. Sera Gazlarının küresel ısınmaya katkıları ve emisyon kaynakları**

Atmosferde kısa dalgalı güneş radyasyonunu geçirme buna karşılık yerden atmosfere yayılan uzun dalgalı radyasyonu tutabilme özelliklerine sahip gazlara da sera gazı denir. Sera gazları; karbondioksit, su buharı, nitrojenoksit, metan, ozon ve halokarbonlardır (Kloroflorokarbon). Sera gazlarının miktarının normallerin çok üzerine çıkması ve artmaya devam etmesi, dünyanın dengelerini günden güne bozmakta ve insanlığın geleceğini tehdit eden sonuçlar ortaya çıkarmaktadır.



**Resim 1.4: Atmosferde sera etkisi**

Endüstri devriminin başlamasından, özellikle 2. Dünya Savaşından sonra, insan aktivitesi sera gazlarının miktarını her geçen yıl artırarak günümüzde tehlikeli oranlara ulaştırmıştır. Sera gazlarının en önemlisi karbondioksit gazıdır. Karbondioksit düzeyi, 19.Yüzyıl değerlerinin %25'i oranında artmıştır. Şu anda tahminen 5-6 milyar tonu aşan karbondioksit her yıl atmosfere yayılmaktadır. Gelecek yüzyıl karbondioksit oranının ikiye katlanacağı ve bunun sonucunda ortalama sıcaklıkların 1,5°C ile 4,5°C artacağı düşünülmektedir. Bu ısınma ile, dünya iklim sisteminde köklü değişimler olacağı, dünyanın bazı bölgelerinde kasırgalar, seller ve taşkınlar gibi hava olaylarının şiddeti ve sıklığı artarken, bazı bölgelerde de uzun süreli, şiddetli kuraklıklar ve çölleşme olayları etkili olabileceği düşünülmektedir. Sıcaklık artışının kışları, yazlara göre birkaç derece fazla olması beklenmektedir.

Küresel ısınmanın önlenmesinde en önemli rol bitkilerdedir. Bitkiler karbondioksit gazını alarak oksijen gazını atmosfere yaymaktadır. İnsan aktiviteleri sonucunda oluşan fazla karbondioksiti ortadan kaldırmak için, tahminen Amerika Kıtasının yarısı büyüklüğünde bir orman alanının meydana getirilmesi, bir başka deyişle, bugünkü orman alanlarının üçte biri oranında ağaçlandırma yapılması gerekmektedir. Büyük orman yangınlarıyla, kurallarına uygun yapılmayan kesimlerle orman alanları hızla yok olmakta, sanayinin meydana getirdiği hava kirliliği (sülfürdioksit) ve araçların eksoz gazlarında bulunan nitrojenoksit; asit yağmurlarına, dolayısıyla ormanların zarar görmesine neden olmaktadır. Bu nedenle sera gazlarının artışı önlenmeli ve orman alanlarının sayısı hızla arttırılmalıdır.

Sera gazı salımını kontrol edecek günlük hayattaki bazı önlemler;

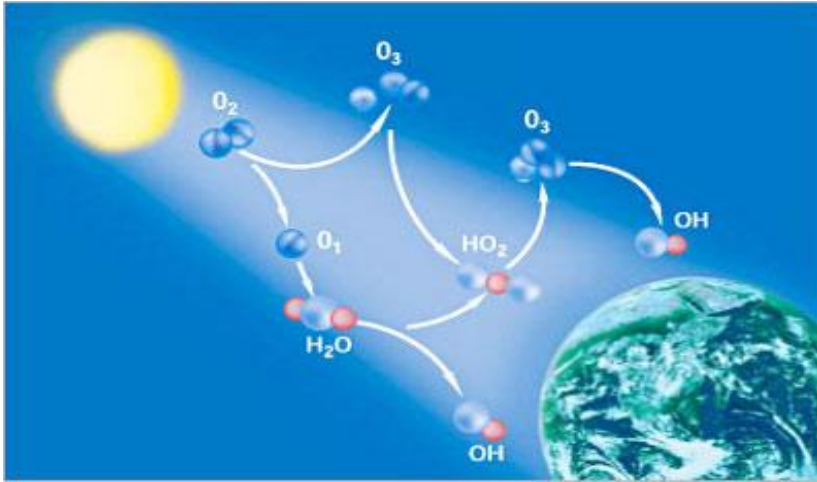
- Su döngüsü ve onu destekleyen ekosistemler korunmalı, gereksiz su tüketimi önlenmeli, temizlikte kullanılan maddelerin suyu kirletmemesine dikkat edilmeli, içme suyu dışında kullanma suyunun arıtılarak geri dönüşümlü kullanılması sağlanmalıdır.
- Banyolarda daha az su tüketen duş başlığı, tuvaletlerde daha az su tüketen sifonlar kullanılmalıdır. Daha az su tüketen duş başlığı ile 175 kg, giysileri soğuk su ya da ılık suda yıkayarak da 250 kg. karbondioksit tasarrufu yapılmaktadır. Tek bir kişi yılda ortalama 49 bin 140 litre suyu tuvaletlerde tüketmektedir. Sifonun bir kez çekilmesi ile 10 litre su harcanmaktadır. Yeni teknolojiler sayesinde standart modellere göre yüzde 60 daha az su tüketen sifonlar tercih edilmelidir.
- Standart ampuller yerine tasarruflu ampuller kullanılmalıdır. Böylece yılda 75 kilogram (kg) karbondioksit tasarrufu sağlanmış olur.
- Organik tarımla elde edilen ürünleri seçilmelidir. Uluslararası sertifikaları olan organik tarım ve hayvancılık ürünlerini tüketerek sürdürülebilir üretimler desteklenmeli, organik tarımın yaygınlaşmasına katkıda bulunulmalıdır. Doğal koşullar zorlamadan ve değiştirilmeden elde edilen ürünlerle beslenerek hem bireysel anlamda, hem de çevreye verilen zararın azalmasına katkıda bulunulmalıdır.
- Temizlik ürünü satın alırken, ne tür temizlik için kullanılacağına bakılmalı ve yalnızca ihtiyaca uygun olan ürünler satın alınmalıdır. Temizlik ürünü satın alınırken hem tasarruf sağlanması açısından, hem de daha az ambalaj tüketimini sağladığından konsantre (yoğunlaştırılmış) ürünler tercih edilmelidir.
- Daha az araba kullanmak, daha sık yürüyüp, bisiklet kullanmak ve toplu taşıma araçlarından daha çok faydalanmak gerekmektedir. Araba kullanılmayan her 2 kilometre için 0,75 kg. karbondioksit tasarruf edilmektedir.
- Otomobillerin hava ve yakıt filtrelerinin her zaman temiz olmasına dikkat edilmelidir. Çok tozlu ortamlara yapılan yolculuklardan sonra mutlaka filtreler temizlenmelidir. Kirli filtreler fazla yakıt harcanmasına yol açmaktadır.
- Elektronik cihazlar tamamen kapatılmalıdır. Evde ortalama 8 saat stand by bırakılan TV, DVD, müzik seti gibi elektronik cihazlar, yılda 450 kg karbon gazının atmosfere yayılması anlamına gelmektedir.

- Her yıl en azından bir ağaç dikilmelidir. Bir ağaç ömrü boyunca 1 ton karbondioksit emmektedir.
- Özellikle ısınmada güneş enerjisi ile çalışan sistemler kullanılmalıdır.
- Orman içlerinde yakıcı ve yanıcı maddelerle piknik yapılması engellenmelidir. Orman içlerinde daha çok, önceden hazırlanmış yiyeceklerin tüketilmesine izin verilmelidir.

### 1.3. Ozon Tabakası ve İklim Değişikliği

Atmosfer, çeşitli katmanlardan oluşmaktadır. Yoğunluğu yerden uzaklaştıkça azalan atmosferin katmanları bütün canlılığın görüldüğü, hava hareketlerinin etkili olduğu yerdir. Atmosferin her tabakasında, fiziksel ve kimyasal olaylar farklıdır.

Güneşin ultraviyole ışınları, oksijen moleküllerini parçalayarak oksijen atomlarını ortaya çıkarmakta ve oksijen molekülleri ile birleşerek 3 atom oksijene sahip olan ozon haline dönüştürmektedir. Atmosferdeki ekosistemin ve doğal dengenin korunmasına bağlı olarak, bu faaliyet düzenli olarak sürmektedir. Ozon ve Ozon Tabakası (Ozonosfer), stratosfer tabakasının üst kısmında bulunan gaz tabakadır. Ozon Tabakası, Güneş'ten gelen morötesi (ultraviyole) gibi zararlı ışınları tutar. Bu hayati açıdan çok önemlidir. Çünkü morötesi ışınlar ölümcüldür.



**Resim 1.5: Ozon molekülünün yapısı**

Çeşitli amaçlar için üretilen kloroflorokarbonlar (CFC) ozon tabakasını inceltmekte, bunun sonucunda çevre ve insan sağlığı olumsuz etkilenmektedir. Ozon molekülleri atmosferde buldukları yere göre farklı karakteristik özellikler gösterirler. Stratosfer tabakasındaki ozonun canlılar için yararlı olup, buna karşılık dünya yüzeyine yakın atmosfer tabakasında (troposferde) bulunan % 10 oranındaki ozonun yıkıcı etkisi bulunmaktadır.

Atmosferdeki diğer moleküllerle reaksiyona giren ozonun, bitki ve hayvanların canlı dokularına çeşitli zararları bulunmaktadır. Atmosferdeki ozonun yaklaşık %90'ı yeryüzünden itibaren 10-40 km arası yükseklikte ve stratosfer tabakasında bulunur. Bu bölgedeki ozonun özelliği; tüm canlı varlıkları, doğal kaynakları ve tarımsal ürünleri olumsuz yönde etkileyen ultraviyole (UV) ışınlarını absorbe etmesidir. Ozon yoğunluğunun ultraviyole ışınlarını tutma görevini yapamayacak kadar azalması ozon tabakasının incelmeye başlaması olarak adlandırılmaktadır. Ozon tabakasının incelmeye başlaması sonucunda; UV-b radyasyonu artmakta ve insanların bağışıklık sistemleri zarar görmekte, görme bozukluğuna ve deri kanserine yol açmaktadır.

Ozon tabakasının incelmeye başlamasına sebep olan kloroflorokarbon ihtiva eden maddelerin başında klor türevleri, plastik köpükler (strafor), spreyleyler, aerosoller ve yangın söndürücüler gelmektedir. Ozon tabakasını incelten maddeler;

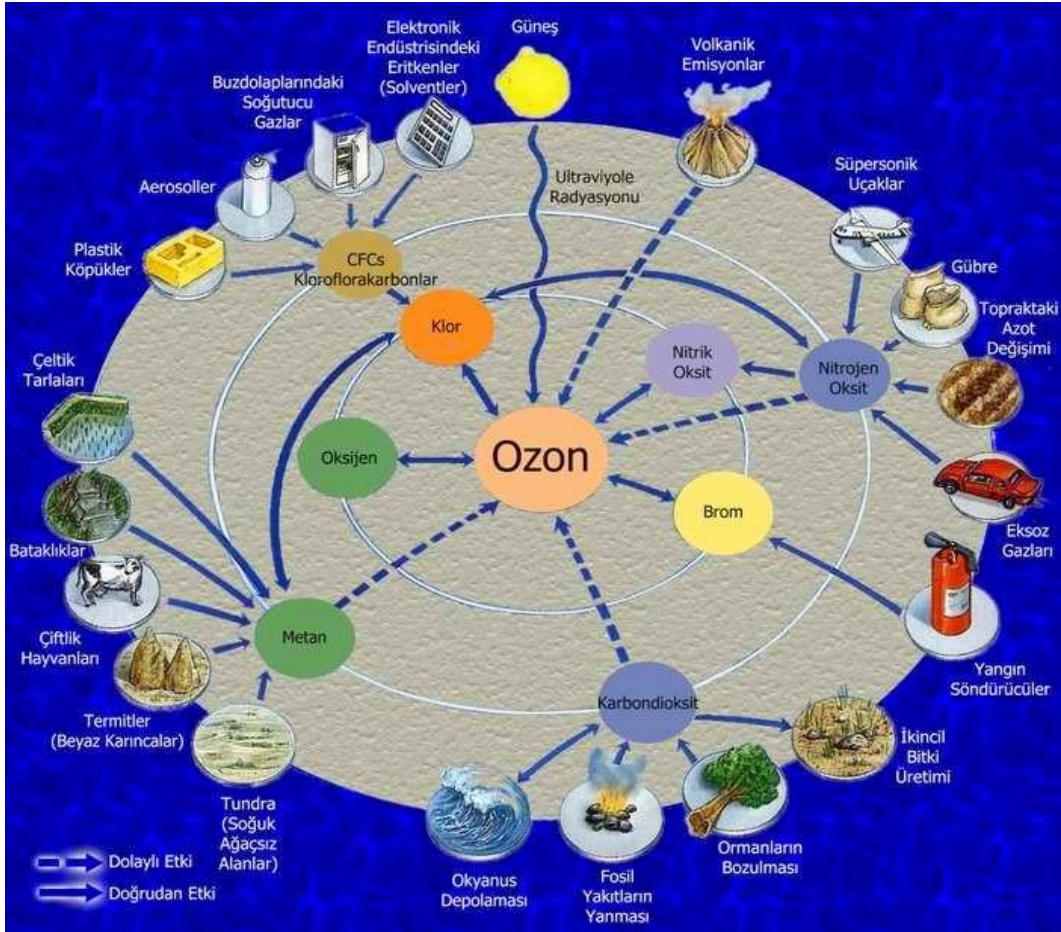
- **Kloroflorokarbonlar (CFCs):**Tüm ozon tüketen maddeler içerisinde en fazla kullanılanlardır. İlk olarak 1920'lerde sülfürdioksidi soğutucu bir gaz gibi kullanılmak için geliştirilmiştir. Zehirleyici olmamaları, yanıcı olmamaları, kararlı doğası, ısıyı emme etkinlikleri onları 20. yüzyılda özellikle soğutucu alanında bir numaralı seçenek haline getirmiştir. Kullanım alanları; soğutucular, araba klimaları, köpük ürünleri, yalıtım maddeleri, mikroçipleri ve diğer elektronik aletleri temizlemek için çözücü, steril gaz karışımlarında bir bileşim maddesi, sprey kutularında ileri doğru itici gibi pek çok değişik ürün yelpazesini içermektedir. Her yıl yaklaşık 800.000 metrik ton kloroflorokarbon (CFC) atmosfere salınmaktadır. Bunların atmosferde bozulmadan kalış ömürleri 100 yıldır ve yapılan anlaşmalar sonucu tüm dünyada kullanımdan kaldırılma tarihi ise 1996 olarak belirlenmiştir.
- **Hidrokloroflorokarbonlar (HCFCs):** Klor içerirler, fakat ozon tabakasına yerlerine kullanılmak üzere geliştirildikleri kloroflorokarbonlardan daha az zarar vermektedirler. Kuvvetli ozon tüketicilerden ozona dost kimyasallara doğru uzanan zincirde geçici bir basamak sayılırlar. Genel olarak hidrokloroflorokarbonlar (HCFCs), kloroflorokarbonların (CFCs) ozon tüketme potansiyelinin %5'inin sadece %2'sine sahiptirler. En çok kullanılan hidrokloroflorokarbon (HCFC), tüm hidrokloroflorokarbon kullanımının %85'ini içeren HCFC-22'dir. HCFC-22 az zehirleyiciliğe ve az yanabilirliğe sahiptir ve enerji oranı yüksek bir soğutucudur. Kullanım alanları; ticari ve endüstriyel buzdolapları, klimalar, ısı pompaları, aerosol spreyleyler ve bazı köpük ürünleri olarak sıralanabilir. Atmosferdeki ömürleri 15 yıldır ve tüm dünyada kullanımdan kaldırılma tarihleri ise 2030 yılı olarak belirlenmiştir.

- **Halonlar:** Öncelikle yangın söndürmekte çok etkilidirler. Tortu bırakmazlar ve sıkça su veya diğer kimyasallarla tahrip edilebilen sanat eserleri gibi değerli veya hassas aletler için bir seçenektirler. Bütün uçaklar yangın kontrolü için halonlarla donatılırlar. Halonlar; genel endüstri, ev ve ofis kullanımı kadar bilgisayar ve elektronik donanım malzemeleri, müzeler, gemiler ve tanklar için de yangından korunmayı sağlarlar. Halonlar 1980'lerde çok büyük miktarlarda üretilmelerine rağmen atmosferdeki seviyeleri hızla yükselmemiştir. Çünkü dünyadaki halon miktarının çoğu henüz atmosfere salıverilmemiştir. Şimdiye kadar üretilen halonların çoğu, tahminen %70 oranında depolanmış olarak yangın söndürme aletleri için kullanıma hazır durumda bekletilmektedir. Halonlar insanlar için bir tehlike olmasalar bile çok yüksek bir ozon tüketme potansiyeline sahiptirler. Bunların etkili atmosferik konsantrasyonu yılda takriben %11 ila %15 arasında artmaktadır. Atmosferdeki ömürleri 100 yıldır ve tüm dünyada üretimden kaldırılma tarihleri ise 1994 olarak belirlenmiştir.
- **Karbontetraklorid:** Kloroflorokarbonların üretiminde kullanılan temel karışım maddesidir. Kloroflorokarbonların üretim sürecinde karbontetrakloridin hemen hemen tamamı tüketilir veya dönüştürülür ve atmosfere kaçamazlar. Küresel olarak karbontetraklorid küresel ozon tükenmesine %8'den daha az katkıda bulunmaktadır. Karbontetraklorid; endüstriyel çözücü, tarımsal dezenfektan, böcek öldürücü ilaçlar ile petrokimyasal inceleştirme de dâhil pek çok diğer endüstriyel süreçlerde ve Doğu Avrupa'da hala kuru temizlemede kullanılmaktadır. Atmosferdeki ömürleri 50 yıldır ve tüm dünyada üretimden kaldırılma tarihleri 1996 olarak belirlenmiştir.
- **Metilkloroform, 1,1,1-triklorethan** olarak da bilinen bu kimyasal 1950'lerde zehirli karbontetrakloridin yerine geçici olarak tanıtılmış ve normal koşullar altında yanmaz oluşları, az zehirleyicilik özellikleri ile mükemmel temizleme güçleri nedeniyle hızla yaygın olarak kullanılır hale gelmişlerdir. Çok yönlü olan bu kimyasal, endüstriyel çözücü olarak metal ve elektronik kısımları temizlemede dünyada geniş miktarlarda kullanılmakta ve çoğu metal temizleme işlemleri sırasında doğrudan atmosfere salıverilmektedir. Metilkloroformun atmosferdeki ömrü 6 yıldır ve tüm dünyada üretimden kaldırılma tarihi 1996 olarak belirlenmiştir.
- **Metil bromür asidi tuzu:** 1991'den bu yana önemli bir ozon tüketen madde olarak tanınmıştır. Bugün bilim adamları insan kaynaklı bu kimyasalın küresel ozon tüketiminin %5 ila %10'undan sorumlu olduğunu tahmin etmektedirler. Şu an dünyada ikinci en çok kullanılan böcek öldürücü ilaç olan bu kimyasal dünyadaki çiftçiler ve ihracatçılar toprak dezenfektanında (mikroplardan temizlemek), binalarda ve tarımsal ürünlerin ithali ve ihracıyla ilişkili bazı taşımacılık ve garanti uygulamalarında kullanılmaktadırlar.

Atmosferde az miktarda bulunan ozon gazı; yeryüzündeki tüm canlı varlıkları güneşin öldürücü ultraviyole ışınlarına karşı koruyan bir kalkan görevi görmektedir. Çünkü bu gaz güneşten gelen ışınların büyük kısmını yansıtan bir gazdır. Eğer ozon tabakası olmasaydı, güneşin UV-b (yeşil) radyasyonu yeryüzüne ulaşarak canlılar üzerinde genetik zararlara yol açardı. Ayrıca insanlar, güneş yanığı ve cilt kanseri gibi sorunlardan kaçamazlardı.

Atmosferdeki ozon gazı için çok hassas bir denge söz konusudur. Bu gaz atmosferin üst katmanlarında bir tabaka oluşturur ve bu gaz tabakası güneşten gelen öldürücü ışınları filtre eder. Bu sayede yeryüzüne ulaşabilen ışın miktarı canlı varlıklar için yararlı bir şekilde dönüşür. Ancak bu gaz tabakasının incilmesi söz konusu olduğunda kendisinden beklenen işlevleri yerine getiremez ve güneş ışınları canlılar için gerçek bir tehlike haline dönüşür.

Bunun yanı sıra, güneş ışığında fotokimyasal tepkimeye giren egzoz gazları, kirli havadan oluşan duman bulutlarında nitrojen dioksit oluşturmaktadır. Böylece atmosferin yeryüzüne yakın alt kısımlarında da bir ozon kirliliği meydana gelmektedir. İnsanlar, ozon kirliliğine maruz kaldığında; gözler, burun ve boğazda tahrişler meydana getirmekte ve solunum sistemini tahrip etmektedir. Mukoza tahrişine ve akciğer alveollerinin esnekliğinin azalmasına yol açmaktadır. Ozon, solunumu tehlikeli, keskin kokulu bir gazdır. Bir gramın iki yüzde biri bile, öldürücü niteliktedir. Çok düşük yoğunluklarda dahi zehirleyici ve patlayıcıdır.



Resim 1.6: Ozonu etkileyen faktörler



## **1.4. Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik**

Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik 12.11.2008 Tarih 27052 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Bu Yönetmeliğin amacı, ülkemizin taraf olduğu Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü ve değişiklikleri ile kontrol altına alınan maddelerin kullanılmasına ve bazılarının tüketiminin bir takvim çerçevesinde azaltılarak kullanımdan kaldırılmasına ilişkin usul ve esasları belirlemektir.

Bu yönetmelik 01.05.2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanununun 9 uncu maddesinin birinci fıkrasının (f) bendine ve 09.08.1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanununun 13 üncü maddesine dayanılarak, 20.06.19990 tarihli Ozon Tabakasının Korunmasına Dair Viyana Sözleşmesi hükümleri ile 19.12.1991 tarihli Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolüne VE Avrupa Komisyonunun 2037/2000/EC sayılı Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Tüzüğüne paralel olarak hazırlanmıştır.

## **1.5. Kyoto Sözleşmesi**

Kyoto Sözleşmesindeki amaç, atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun, iklime tehlikeli etki yapmayacak seviyelerde dengede kalmasını sağlamaktır. Kyoto Protokolü küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadeleyi sağlamaya yönelik uluslararası tek çerçevedir. Bu protokolü imzalayan ülkeler, karbon dioksit ve sera etkisine neden olan altı sera gazının (karbon dioksit, metan, nitröz oksit, kükürt heksaflorür, HFC'ler ve PFC'ler ) salınımını azaltmaya veya bunu yapamıyorlarsa salınım ticareti yoluyla haklarını arttırmaya söz vermişlerdir. Protokol, ülkelerin atmosfere saldıkları karbon miktarını 1990 yılındaki düzeylere düşürmelerini gerekli kılmaktadır.



**Resim 1.7: Küresel iklim değişikliği ile mücadelede Kyoto protokolü**

Kyoto Sözleşmesi Aralık 1997'de Japonya'nın Kyoto şehrinde görüşülmüş, 16 Mart 1998'de imzaya açılmış ve 15 Mart 1999'da son halini almıştır. Rusya'nın 18 Kasım 2004'te katılımıyla 90 gün sonra 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Aralık 2006 tarihinde toplam 169 ülke ve devlete bağlı örgütler anlaşmaya imza atmışlardır. İmza atmayan önemli ülkeler arasında ABD ve Avustralya gibi gelişmiş ülkeler haricinde, gelişmekte olan Türkiye (Şubat 2009 itibari ve meclis kararı ile Türkiye 2013 yılına kadar Ek 2 ülkeleri içinde yer almak ve karbon salım azaltımına bu tarihe kadar gitmemek kaydı ile Kyoto Protokolünü imzalamıştır) gibi ülkeler de yer almaktadır.

Kyoto Protokolü şu anda yeryüzündeki 160 ülkeyi ve sera gazı salınımlarının %55'inden fazlasını kapsamaktadır. Kyoto Protokolü ile devreye girecek önlemler, pahalı yatırımlar gerektirmektedir. Sözleşmeye göre;

- Atmosfere salınan sera gazı miktarı %5'e çekilecek,
- Endüstriden, motorlu taşıtlardan, ısıtmadan kaynaklanan sera gazı miktarını azaltmaya yönelik mevzuat yeniden düzenlenecek,
- Daha az enerji ile ısınma, daha az enerji tüketen araçlarla uzun yol alma, daha az enerji tüketen teknoloji sistemlerini endüstriye yerleştirme sağlanacak, ulaşımda, çöp depolamada çevrecilik temel ilke olacak,
- Atmosfere bırakılan metan ve karbon dioksit oranının düşürülmesi için alternatif enerji kaynaklarına yönelinecek,
- Fosil yakıtlar yerine örneğin bio-dizel yakıt kullanılacak,
- Çimento, demir-çelik ve kireç fabrikaları gibi yüksek enerji tüketen işletmelerde atık işlemleri yeniden düzenlenecek,
- Termik santrallerde daha az karbon çıkartan sistemler, teknolojiler devreye sokulacak,
- Güneş enerjisinin önü açılacak, nükleer enerjide karbon sıfır olduğu için dünyada bu enerji ön plana çıkarılacak,
- Fazla yakıt tüketen ve fazla karbon üreten daha fazla vergi alınacaktır.

Kyoto Protokolünün temel aldığı prensipler;

- Kyoto Protokolü devletler tarafından desteklenir ve BM şemsiyesi altında küresel kurallar ile belirlenir
- Devletler iki genel sınıfa ayrılmıştır. Gelişmiş ülkeler, bu ülkeler Ek 1 ülkeleri olarak anılacaktır ve gelişmekte olan ülkeler, bu ülkeler Ek 1'de yer almayan ülkeler olarak anılacaklardır. Ek 1 ülkeleri sera gazı salınımlarını azaltmayı kabul etmişlerdir. Ek 2 ülkeler Ek 1'de yer almayan (gelişmekte olan) ülkelerin masraflarını ödemekle yükümlüdürler. Ek 2'de yer almayan Ek 1 ülkeleri 1992'de geçiş ülkesi olarak tanımlanan ülkelerdir. Ek 1'de yer almayan ülkelerin ise sera gazı sorumlulukları yoktur ve her yıl sera gazı envanteri raporu vermelidirler.
- Kyoto Protokolündeki hedeflerine uymayan herhangi bir Ek 1 ülkesi bir sonraki dönem azaltma hedeflerinin %30 daha azaltılması ile cezalandırılacaktır.
- 2008 ile 2012 arasında, Ek 1 ülkeleri sera gazı salınımlarını 1990 yılı seviyesinden ortalama %5 aşağıya çekmek zorundadırlar (birçok AB üyesi ülke için bu 2008 için beklenen sera gazı salınımlarının %15 aşağısına denk gelmektedir). Ortalama salınım azalmasının %5 olarak belirlenmesine rağmen AB üyesi ülkelerin salınım hedefleri %8 azaltma ile İzlanda tarafından hedeflenen %10 artırıma kadar değişmektedir. Bu azaltma hedefleri 2013 yılına kadar belirlenmiştir.
- Kyoto Protokolü, Ek 1 ülkelerinin sera gazı salınımı hedeflerine ulaşmak için başka ülkelere salınım azalması satın alabilmeleri esnekliğine imkân tanımıştır. Bu, çeşitli borsalardan (AB Salınım Ticaret Borsası gibi) veya Ek 1'de yer almayan ülkelerin salınımlarını azaltan Temiz Gelişim Tekniği (TGT) projeleri ile veya diğer Ek 1 ülkelerinden satın alınabilir.

- Sadece TGT Yönetim Kurulu tarafından onaylanmış Onaylı Salınım Azaltımları (OSA) alınıp satılabilir. BM çatısı altında, Kyoto Protokolü Bonn merkezli Temiz Gelişme Tekniği Yönetim Kurulu'nu Ek 1'de yer almayan ülkelerde gerçekleştirilen TGT projelerini değerlendirip onaylaması için kurmuştur. Bu projeler onaylandıktan sonra OSA verilir.

Pratikte bu kurallar Ek 1'de yer almayan ülkelerin sera gazı sınırlamalarına tabi olmadıklarını ama sera gazını azaltan bir projenin bu ülkelerde uygulanması durumunda elde edilen Karbon Kredisinin Ek 1 ülkelerine satılabileceğini anlatmaktadır.

Kyoto Protokolüne uymak bazı Ek 1 ülkeleri için oldukça sınırlayıcıdır (özellikle Japonya ve Hollanda gibi zaten az salınım yapan ve çevre standartlarına saygılı ülkeler için). Protokol böylece bu ülkelerin kendi sera gazı salınımlarını azaltmak yerine Karbon Kredisi almalarını sağlar ve bu şekilde Ek 1'de yer almayan ülkeler sera gazı salınımlarını azaltmak için teşvik edilmiş olurlar çünkü Karbon Kredisi satarak bu projeler için kaynak edinmiş olurlar.

Tüm Ek 1 ülkeleri Kyoto Protokolü içinde sera gazı salınım değerlerini gözetim altında tutmak için ulusal daireler kurmuşlardır. Japonya, Kanada, İtalya, Hollanda, Almanya ve daha birçok ülke devletleri karbon kredisi için bütçeden pay ayırmışlardır. Bu ülkeler kendi büyük enerji, petrol, doğalgaz holdingleri ile birlikte çalışarak mümkün olan en fazla sayıda Karbon Kredisini en ucuza almaya çalışmaktadırlar.

Hemen hemen tüm Ek 1'de yer almayan ülkeler de kendi Kyoto Protokolü süreçlerini izlemek amacıyla ve özellikle TGT Yönetim Kuruluna destek için sunacakları projeleri belirlemek amacıyla yönetim birimleri kurmuşlardır. Bu iki ülke grubunun çıkarları birbirine terstir, Ek 1 ülkeleri mümkün olan en ucuza Karbon Kredisi almak isterlerken Ek 1'de yer almayan ülkeler ise kendi TGT projelerinden elde ettikleri Karbon Kredisinden en fazla değeri elde etmek istemektedirler.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Kyoto sözleşmesinde yer alan Ek-1 ve Ek-2 ülkelerini gösteren bir pano hazırlayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Kyoto sözleşmesini araştırınız.	➤ Yazılı kaynaklardan ve internet ortamından faydalanabilirsiniz.
➤ Kyoto sözleşmesine göre Ek-1 ve Ek-2 ülkelerin yükümlülüklerini araştırınız.	➤ Ülkelerin yükümlülüklerini Ek-1 ve Ek-2 ülkelerini dikkate alarak gruplandırabilirsiniz. ➤ Ülkelerin yükümlülüklerini özetleyerek maddeleyebilirsiniz.
➤ Kyoto sözleşmesinde yer alan Ülkeleri gruplandırınız.	➤ Ek-1 ve Ek-2 ülkeler şeklinde gruplayabilirsiniz. ➤ Ek-1 ve Ek-2 ülkeleri farklı renklerde kalemler kullanarak dikkat çekebilirsiniz.
➤ Edindiğiniz bilgileri düzenleyiniz.	➤ Temiz ve düzenli çalışmaya özen gösterebilirsiniz. ➤ Zaman ve enerjinizi verimli kullanmaya dikkat edebilirsiniz.
➤ Edindiğiniz bilgilerle ilgili resim ve fotoğraf derleyiniz.	➤ Çeşitli kaynaklardan resim ve fotoğraf derleyebilirsiniz.
➤ Panonuzu oluşturunuz.	➤ Renkli fon kartonlarından faydalanabilirsiniz. ➤ Renkli kalemlerden faydalanabilirsiniz.
➤ Edindiğiniz bilgileri ve resimleri panonuzun yerleştiriniz	➤ Yaptığımız gruplandırmaları dikkate alarak panonuzun düzenleyebilirsiniz. ➤ Resimlerle bilgileri ilişkilendirmeye dikkat edebilirsiniz.
➤ Hazırladığınız panoyu arkadaşlarınızla paylaşınız.	➤ Arkadaşlarınızın görüş ve önerilerini alabilirsiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Hava kirliliği ile değişime uğrayan atmosfer koşulları, iklimi etkilemektedir.
2. ( ) Hava kirliliğinin iklime etkisi sadece global düzeyde olmaktadır.
3. ( ) Hava kirliliği sadece insanları ve bitkileri etkilemekte, ekolojik sistemleri etkilememektedir.
4. ( ) Sera gazı salımını kontrol etmek amacıyla su döngüsü ve onu destekleyen ekosistemler korunmalı, gereksiz su tüketimi önlenmeli, temizlikte kullanılan maddelerin suyu kirletmemesine dikkat edilmelidir.
5. ( ) Sera gazı salımını kontrol etmek amacıyla tasarruflu ampuller yerine standart ampuller kullanılmalıdır.
6. ( ) Ozon ve Ozon Tabakası (Ozonosfer), stratosfer tabakasının üst kısmında bulunan gaz tabakadır.
7. ( ) Atmosferin her tabakasında, fiziksel ve kimyasal olaylar farklılık göstermez.
8. ( ) Ozon yoğunluğunun ultraviyole ışınlarını tutma görevini yapamayacak kadar azalması ozon tabakasının incilmesi olarak adlandırılmaktadır.
9. ( ) Halonlar insanlar için bir tehlike olmasalar bile çok yüksek bir ozon tüketme potansiyeline sahiptirler.
10. ( ) Kyoto Protokolü küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadeleyi sağlamaya yönelik uluslararası tek çerçevedir.

## 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 öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

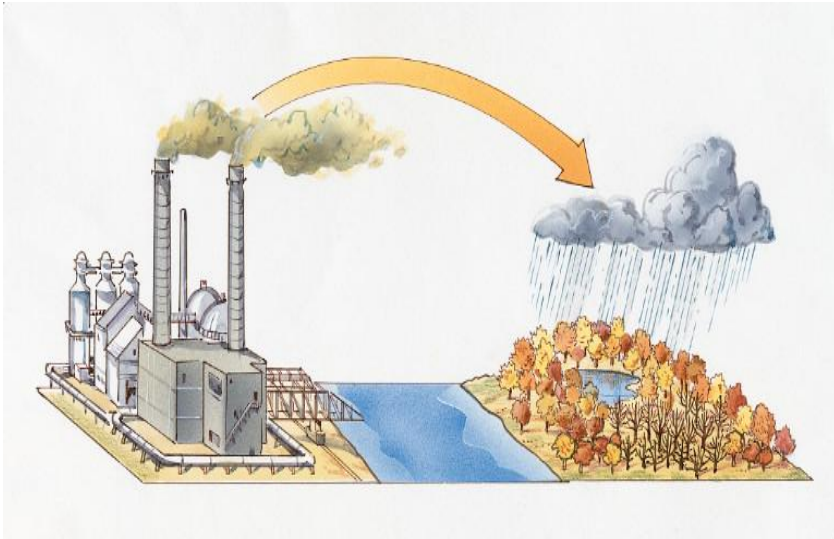
Uygun ortam ve koşullar sağlandığında; asit yağmurlarının hava kirliliğine etkisini çevreyi koruma çerçevesinde araştırabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Asit yağmurlarının oluşumu, iklime ve canlılara etkilerini araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri dosyalayınız.
- Arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 2. ASİT YAĞMURLARI

Hızlı nüfus artışı ve çarpık kentleşme, ısınma ve enerji amaçlı fosil yakıt kullanımı, yoğun trafik, volkanik ve endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan kükürtdioksit, azot oksit, partikül madde ve hidrokarbonlar, sanayide kullanılan klor, amonyak, karbondioksit ve metan gibi gazlar, nükleer denemeler, kimyasal ve biyolojik silahlar, tarımsal ilaçlar ile ürettiği oksijenle havanın temizlenmesini sağlayan ormanların çeşitli yollarla yok edilmesi havayı, dolayısıyla dünyayı kirletmektedir. Bu kirletici maddeler iki ile yedi gün havada asılı kalabildikleri gibi reaksiyonlara girebilir ve rüzgârlarla yüzlerce kilometre uzağa taşınabilmektedirler.



Resim 2.1: Asit yağmurları

## 2.1. Tanımı

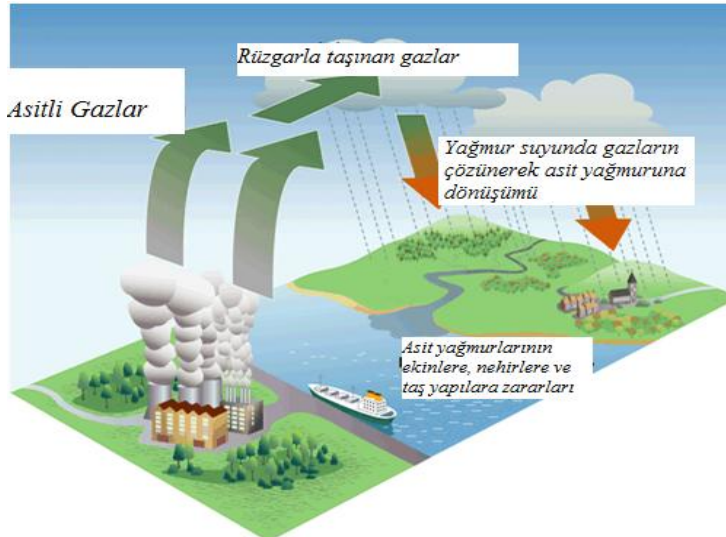
Asitler, suyla hidrojen iyonları üreten hidrojen bileşimleridir. Hidrojen iyonları çözeltiliye asidik özellik kazandırır. Asitler, suda eridiğinde hidrojen iyonları (H<sup>+</sup>) üreten madde çözeltileridir. Asit maddelerin çoğu, saf katılar, sıvılar ya da gazlar olarak bulunsa da, sadece suda eridiğinde asit gibi tepki verirler.

Fosil yakıtlar, egzoz dumanları ve fabrika bacalarından çıkan CO<sub>2</sub> (karbon dioksit), SO<sub>2</sub> (kükürt dioksit) ve NO<sub>2</sub> (azotdioksit) gibi gazlar atmosfere yayılmaktadır. Hava kirliliğine sebep olan bu gazlar atmosferdeki su (H<sub>2</sub>O) ile tepkimeye girerler. Sonuçta H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (sülfirik asit), HNO<sub>3</sub> (nitrik asit), HCO<sub>3</sub> (karbonik asit) gibi asidik özellikteki bileşikler oluşur. Bu tür gazların yağmur, kar, sis, çığ veya kuru parçacıklar halinde yeryüzüne yağması asit yağmuru olarak adlandırılır. Atmosfere yayılan kükürt dioksit ve azot dioksit gazlarının kimyasal dönüşümlerden geçtikten sonra bulutlarıdaki su damlacıkları tarafından emilmesi ile oluşur. Asit yağmurları toprağın asitlik miktarını artırır ve tatlı su kaynaklarının kimyasal dengesini bozar. Havadaki tipik karbondioksit konsantrasyonunda oluşan yağmurun pH'ı 5.6 civarındadır. Bu yüzden pH'ı 5.6'nın altındaki yağmur asit yağmuru olarak nitelendirilir.

## 2.2. Oluşumu

Asit yağmurları, fosil yakıt (kömür, petrol) atıklarının doğal su döngüsüne karışmasıyla oluşur. Yanma sonucu azot ve kükürt içeren gazlar oluşur ve bu gazlar havadaki su buharıyla birleşince bir kimyasal tepkime meydana gelir. Bu tepkime sonucunda sülfirik asit ve nitrik asit damlaları oluşur.

- $H_2O + SO_2 \rightarrow H_2SO_4$  (sülfirikasit)
- $H_2O + NO_2 \rightarrow HNO_3$  (nitrik asit)



Resim 2.2: Asit yağmurlarının oluşumu



Yeryüzündeki sular güneş'in etkisiyle ısınınca, bunların bir kısmı buharlaşarak yükselir ve atmosfere karışır. Yükselen nemli havadaki su buharı yoğunlaşarak yeniden sıvı durumuna geçer ve pH değeri 4,2-4,4 olan asit yağmurları meydana gelir.

Asit yağmurlarının yeryüzüne dönüşleri kuru ve yaş asit depolanması sonucu olur. Yaş depolamada atmosferde oluşan bütün ürünler, yağmur ve kar içinde çözülmüş halde yeryüzüne taşınırlar. Kuru depolamada ise atmosferdeki partiküllerin ve gazların yeryüzüne taşınması esnasında yağmur veya kar bulunmaz, sis içinde aerosol şeklinde bulunurlar.

Asit yağmuruna yol açan en önemli faktör insan faaliyetidir. Elektrik üretimi, fabrikalar ve motorlu araçlar gibi pek çok insan yapımı nesne zararlı gazları atmosfere bırakır. Bu gazlar asite dönüşüp yere geri düşmeden önce yüzlerce km taşınabilirler. Ayrıca asit yağmuruna neden olan sebeplerden en önemlisi parfüm ve deodorantlardır.

## 2.3. İklim Etkileri

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinde (UNFCCC), İklim değişikliği; karşılaştırılabilir bir zaman periyodunda gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik biçiminde tanımlamıştır.

Başta fosil yakıtların yakılması olmak üzere, çeşitli insan etkinlikleri sonucunda atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimleri, sanayi devriminden beri hızla artmaktadır. Bu ise, doğal sera etkisini kuvvetlendirerek, şehirleşmenin de katkısıyla, dünyanın yüzey sıcaklıklarının artmasına neden olmaktadır. Küresel yüzey sıcaklıklarında 19. yüzyılın sonlarında başlayan ısınma, 1980'li yıllardan sonra daha da belirginleşerek, hemen her yıl bir önceki yıla göre daha sıcak olmak üzere, küresel sıcaklık rekorları kırmaktadır. Küresel iklimde gözlenen ısınmanın yanı sıra, en gelişmiş iklim modelleri, küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında 1990-2100 dönemi için 1,4 ile 5,8 C° arasında bir artış olacağını öngörmektedir.

CO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> gazlarının artması, sera etkisi yaparak, atmosfer sıcaklığının yükselmesine neden olmaktadır. Bu durum, buzulların erimesine; deniz suyunun yükselmesine yol açmakta, kıyı ovaları sular altında kalmakta ve bazı ürünlerin üretilmesi güçleşmektedir. Güneş'ten gelen ışınların bir kısmı yeryüzü tarafından soğurulurken bir kısmı da uzaya geri yansır. Yeryüzünden yansıyan bu ışınların bir kısmı, atmosferde soğurularak havanın ısınmasına sebep olur. Güneş ışınlarının bir kısmının uzaya gönderilmesinin engellenmesine sera etkisi denir. Sera etkisine neden olan gazların (başta karbondioksit olmak üzere) miktarının artması, soğurulan güneş ışınlarının miktarının artmasına sebep olur. Bunun sonucunda atmosferin ve Dünya'nın sıcaklığı aşırı yükselir. Atmosferdeki sera etkisinin artmasına küresel ısınma denir. Küresel ısınma sonucunda buzullar erimeye ve okyanuslardaki su seviyeleri yükselmeye başlar ve küresel çölleşme gerçekleşir.

## 2.4. Canlılara Etkileri

Hava doğal ve yapay etmenlerce kirletilmektedir. Yapay etmenlerin temelinde insan bulunmaktadır. Fabrikadan, evlerden ve araçlardan çıkan dumanlar tarafından atmosfer durmadan kirlenmektedir. Bu kirlilik doğrudan olduğu gibi asit yağmurları yoluyla da bitkiye, insana, suya, toprağa ve taşta etki etmektedir.

Asit yağmurları, tüm çevreye zarar vermektedir ancak bundan en çok etkilenen ormanlar ve tarım alanlarıdır. Bu yağışlar toprağın yapısındaki magnezyum ve kalsiyum gibi bitki gelişiminde önemli olan elementleri yıkayarak derinlere taşınmasına sebep olur. Bunun sonucunda ağaçlar ve diğer bitkiler topraktan yeteri kadar faydalanamaz ve kurur.



**Resim 2.3: Asit yağmurlarının bitkilere etkisi**

Asit yağmurlarının özellikle tarım alanlarını etkilemesi direkt olarak insan ve diğer canlılarının etkilenmesine neden olmaktadır. Asit yağmurlarının insan sağlığı üzerindeki etkileri konusunda yapılan araştırmalar sonucunda asit depolanmasının insan sağlığı üzerinde dolaylı ve dolaysız olmak üzere 2 tür etkisi belirlenmiştir. Bu güne kadar yapılan araştırmalar henüz asit depolanmasının insanlar üzerinde dolaysız bir etkisini belirleyememiştir. Bununla beraber deri, göz ve solunum sistemindeki direkt etkileri dikkat çekicidir. pH 4.6' ya kadar asitlenmiş göl sularında insan ve tavşan denekleri üzerinde yapılan araştırmalarda belirli bir takım etkiler belirlenmiş, pH' ın 4 ten düşük olduğu değerlerde gözde tahriş ve kızarıklık oluşmuştur. Asidik zerrecikler genellikle sülfürdioksit ve nitrikoksitlerin atmosferdeki dispersiyonu ile oluşur. Sonuçta oluşan nitrik ve sülfürik asit diğer partiküller (toz, is, kurum, duman vs) üzerine yapışır. Bu partiküllerin direkt olarak solunması asidik yapıların doğrudan akciğerlere kadar gitmesine neden olmaktadır. Bu asidik yapıdaki tozlar ve gazlar nemli ve sıcak akciğer alveollerinde kimyasal olarak kana geçebilmektedir. Asit yağmurlarının insanlar üzerindeki dolaylı etkileri yüzey ve içme suları, yer altı suları, toprak, ağır metaller, bitkiler ve balıklar üzerindeki etkilerine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Bu unsurların sürekli asit yağmurları ile etkilenmesi sonucunda uzun sürede insan bünyesinde asidik depolanmaya neden olmaktadır.

Asit olarak nitelenen kimyasal maddelerin bir özelliği de, metallerle birleştiklerinde yanlarındaki hidrojen atomlarının artı elektrik yüklü iyonlar halinde açığa çıkmasıdır. Bu nedenle bir çözeltinin asitlik derecesi, o çözeltinin bir metre küpündeki hidrojen iyonlarının yoğunluğuyla ölçölür. "pH" simgesiyle gösterilen bu değer sıfıra yaklaştıkça çözeltinin asitliği artar. Aslında normal bir yağmur da bir ölçüde asit özelliği taşır (pH 5-5,6). Asit yağmurlarında ise pH değerini bazen sirkenin (asetik asidin) asitliğine yaklaşarak 3'e, hatta daha altına dűřer. Asit yağmurlarının yeryüzüne inerek topraktaki, akarsu ve göllerdeki sulara karışmasıyla bu suların asitliği artar. Böylece doğadaki denge bozulur ve canlıların yaşamı tehlikeye dűřer. Ađaçlar sağlığını yitirir, kararır, hatta kuruyarak ölür. Bunun sonucunda ağaçlarda barınan, yaprak ve meyveleriyle beslenen hayvanlar giderek azalır. Topraktaki besleyici maddeler kimyasal değişikliğe uğrar. Suların asitliği arttığı için bu evre kirliliğinden en çok etkilenen su bitkileri, balıklar ve öbür su hayvanları olur. Bu kadar asitli bir suda hiçbir canlı yaşayamayacağı için, göllere yeşil ya da mavi rengini veren yosunlar da ölünce göllerin suyu bir kristal gibi renksiz ve duru hale gelir.

Asitleşmenin canlılar üzerindeki önemli etkilerinden biri de, endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan asit nemidir. Asit nemi, toprağa ya da göl yataklarına inmiş civa, kadmiyum ya da alüminyum gibi zehirli maddelerle tepkimeye girebilmekte ve normal koşullar altında çözünmez sayılan bu maddeler, asidik nemle tepkimenin sonucunda, besin zinciri ya da içme suyu yoluyla bitki, hayvan ve insana ulaşıp zehir etkisi yaratmaktadır. Ağaç köklerinin besin toplama yeteneğinin bozulmasının sorumlusu da yine asitleşme sonucunda toprakta harekete geçen alüminyumdur.



**Resim 2.4: Asit yağmurlarının taş binalara etkisi**

---

Asit yağmurları hayvanlar ve bitkiler gibi canlı varlıklara zarar vermekle kalmaz, taşınmaz kültür varlıklarını da olumsuz yönde etkiler. Örneğin, kent içi ya da kent dışındaki tarihî binalar, açık hava müzeleri, binlerce yıllık antik kentlere ait yapılar veya Nemrut dağında olduğu gibi taş anıtlar asit yağmurlarıyla yıpranmakta ve dağılmaktadır. Asit yağmurlarının oluşmasını engellemek için ;

- Sanayide fosil yakıtlar yerine kükürt ve azot içermeyen doğalgaz, güneş enerjisi, jeotermal enerji tercih edilmelidir.
- Yeşil alanlar artırılmalı ve orman yangınları engellenmelidir.
- Toplu taşıma araçları yaygınlaştırılmalıdır
- Kalorisi düşük olan ve havayı daha çok kirleten kaçak kömür kullanımı engellenmelidir.
- Sanayi tesislerinin bacalarına filtre takılması sağlanmalıdır.
- Her yıl bacalar ve soba boruları temizlenmelidir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Asit yağmurlarının oluşum sürecini ve canlılara etkilerini gösteren döngü şeması hazırlayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Asit yağmurlarının kaynaklarını araştırınız.	➤ Yazılı ve görsel kaynaklardan faydalanabilirsiniz. ➤ İnternet ortamından faydalanabilirsiniz.
➤ Asit yağmurlarının oluşumunu araştırınız.	➤ Yazılı ve görsel kaynaklardan faydalanabilirsiniz. ➤ İnternet ortamından faydalanabilirsiniz.
➤ Asit yağmurlarının canlılara etkilerini araştırınız.	➤ Yazılı ve görsel kaynaklardan faydalanabilirsiniz. ➤ İnternet ortamından faydalanabilirsiniz.
➤ Edindiğiniz bilgileri düzenleyiniz.	➤ Temiz ve titiz çalışmaya özen gösterebilirsiniz. ➤ Edindiğiniz bilgilerden döngü şemanıza yerleştirmek üzere kısa notlar ve belirleyici cümleler çıkarabilirsiniz.
➤ Asit yağmurlarının kaynakları, oluşumu ve canlılara etkileri ile ilgili resim ve fotoğraflar araştırınız.	➤ Görsel kaynaklardan ve internetten faydalanabilirsiniz. ➤ Resim ve fotoğrafların edindiğiniz bilgileri açıklayıcı nitelikte olmasına dikkat edebilirsiniz.
➤ Döngü şemanızı oluşturunuz.	➤ Renkli fon kartonlarından faydalanabilirsiniz. ➤ Renkli kalemlerden faydalanabilirsiniz. ➤ Edindiğiniz resimleri döngü şemanıza yerleştirebilirsiniz. ➤ Resimleri döngü şemanıza yerleştirirken asit yağmurlarının oluşum sürecini dikkate alabilirsiniz. ➤ Resimlerle bilgileri ilişkilendirmeye dikkat edebilirsiniz. ➤ Bu öğrenme faaliyetinizde yer alan Resim:2. Dikkate alabilirsiniz.
➤ Hazırladığınız döngü şemanızı arkadaşlarınızla paylaşınız.	➤ Arkadaşlarınızın görüş ve önerilerini alabilirsiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Asitler, suyla hidrojen iyonları üreten hidrojen bileşimleridir.
2. ( ) Asit yağmurları toprağın asitlik miktarını artırır ve tatlı su kaynaklarının kimyasal dengesini bozar.
3. ( ) pH'ı 5.6'nın üstündeki yağmur asit yağmuru olarak nitelendirilir.
4. ( ) Sera etkisine neden olan gazların (başta karbondioksit olmak üzere) miktarının artması, soğurulan güneş ışınlarının miktarının azalmasına sebep olur.
5. ( ) Asit yağmurları, tüm çevreye zarar vermektedir ancak bundan en çok etkilenen ormanlar ve tarım alanlarıdır.
6. ( ) Bir çözeltinin asitlik derecesi, o çözeltinin bir metre küpündeki hidrojen iyonlarının yoğunluğuyla ölçülür.
7. ( ) Asit yağmurlarının oluşmasını engellemek için doğalgaz yerine fosil yakıtlar tercih edilmelidir.
8. ( ) Asit yağmurlarının oluşmasını engellemek için sanayi tesislerinin bacalarına filtre takılması sağlanmalıdır.
9. ( ) Küresel ısınma sonucunda buzullar erimeye ve okyanuslardaki su seviyeleri yükselmeye başlar ve küresel çölleşme gerçekleşir.
10. ( ) Havayı kirleten doğal etmenlerin başında insanlar gelmektedir.

## 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 Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Hava kirliliğinin iklime etkisi, birisi ..... diğeri global düzeyde olmak üzere iki ölçekte olmaktadır.
2. Yeryüzünde canlılar yaşamlarını, değişik unsurların bir dengeye gelmesiyle ortaya çıkan ..... içinde sürdürmektedirler.
3. Global ölçekte hava kirliliğinin iki örneği "..... etkisi" ve "ozon tabakasındaki bozulma"dır.
4. Hava kirliliğinin yarattığı "sera etkisi", bir taraftan kuraklık ve asit yağmurları gibi zararlı sonuçlar doğururken; diğer taraftan "....." yoluyla dünya ikliminde önemli boyutlara varan değişim süreçlerine kapı aralamaktadır.
5. Kömür, doğalgaz ve fuel gibi fosil yakıtlar, yüksek basınç altında oluşmuş ve ..... içeriği bakımından çok zengin organik maddelerdir.
6. Kızılötesi ışınlar, oksijen veya ..... gazı tarafından soğurulmaz.
7. Atmosferde kısa dalgalı güneş radyasyonunu geçirme buna karşılık yerden atmosfere yayılan uzun dalgalı radyasyonu tutabilme özelliklerine sahip gazlara da ..... denir.
8. Küresel ısınmanın önlenmesinde en önemli rol .....
9. Kyoto sözleşmesine göre atmosfere salınan sera gazı miktarı ..... çekilecektir.
10. Kyoto Protokolü devletler tarafından desteklenir ve ..... şemsiyesi altında küresel kurallar ile belirlenir
11. Tüm Ek 1 ülkeleri Kyoto Protokolü içinde sera gazı salınım değerlerini gözetim altında tutmak için ..... kurmuşlardır.
12. Asitler, suda eridiğinde ..... iyonları üreten madde çözeltileridir.
13. Hava kirliliğine sebep olan bu gazlar atmosferdeki su ile tepkimeye girerek asidik özellikteki bileşikler oluşur. Bu tür gazların yağmur, kar, sis, çığ veya kuru parçacıklar halinde yeryüzüne yağması ..... olarak adlandırılır.
14. Havadaki tipik karbondioksit konsantrasyonunda oluşan yağmurun pH'ı ..... civarındadır.

15. Asit yağmurlarının yeryüzüne dönüşleri ..... ve ..... asit depolanması sonucu olur.
16. Asit yağmuruna yol açan en önemli faktör ..... faaliyetidir.
17. Karbondioksit ve ..... gazlarının artması, sera etkisi yaparak, atmosfer sıcaklığının yükselmesine neden olmaktadır.
18. Güneş'ten gelen ışınların bir kısmı yeryüzü tarafından soğurulurken bir kısmı da ..... geri yansır.
19. Ait yağmurları toprağın yapısındaki magnezyum ve ..... gibi bitki gelişiminde önemli olan elementleri yıkayarak derinlere taşınmasına sebep olur.
20. Asitleşmenin canlılar üzerindeki önemli etkilerinden biri endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan .....dir.

## 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	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Doğru
10	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Doğru
10	Yanlış

## MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

<b>1</b>	<b>Yerel</b>
<b>2</b>	<b>Ekosistemler</b>
<b>3</b>	<b>Sera</b>
<b>4</b>	<b>Küresel ısınma</b>
<b>5</b>	<b>Karbondioksit</b>
<b>6</b>	<b>Azot</b>
<b>7</b>	<b>Sera gazı</b>
<b>8</b>	<b>Bitkilerdedir</b>
<b>9</b>	<b>%5'e</b>
<b>10</b>	<b>BM</b>
<b>11</b>	<b>Ulusal Daireler</b>
<b>12</b>	<b>Hidrojen</b>
<b>13</b>	<b>Asit Yağmuru</b>
<b>14</b>	<b>5.6</b>
<b>15</b>	<b>Kuru/Yaş</b>
<b>16</b>	<b>İnsan</b>
<b>17</b>	<b>Kükürtdioksit</b>
<b>18</b>	<b>Uzaya</b>
<b>19</b>	<b>Kalsiyum</b>
<b>20</b>	<b>Asit Nemi</b>

## KAYNAKÇA

- ÇOBANOĞLU M. Tamer, **Hava Kirliliği**, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Eğitim ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Ankara
- KANT Canan, Tülay KIZILOĞLU, **Asit Yağmurlarının Canlılar Üzerine Etkileri** Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, Sayı: 34, Erzurum 2003
- KEÇECİ Dilek, Abdullah AKAR, **Çevre ve İnsan**, Ankara, 1998
- KURGUN Enver, Nilgün TARKAY, Nejat AYDIN, **Çevre El Kitabı**, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Eğitim ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2004
- ÖZEL Mehmet, Selim KIL IÇ, **Küresel Bir Sorun Olarak İklim Değişikliği ve İklim Politikaları**, I.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi No :34, Mart 2006
- <http://www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/28053.html>
- <http://www.dmi.gov.tr/FILES/arastirma/webhaker.pdf>
- [http://www.ibb.gov.tr/sites/aydinlatmaenerji/PublishingImages/pages\\_imj/Kuresellinma6.jpg](http://www.ibb.gov.tr/sites/aydinlatmaenerji/PublishingImages/pages_imj/Kuresellinma6.jpg)