KİM 596 İLERİ ÇEVRE KİMYASI						
Yarıyıl	**Eğitim ve Öğretim Yöntemleri**					
	Teori	**Uyg.**	**Lab.**	**Proje/Alan Çalışması**	**Ödev**	**Diğer**
1, 2	42	-	-	-	20	125.5
Ders Dili	Türkçe					
Zorunlu / Seçmeli	Seçmeli					
Önşartlar	Yok					
Dersin İçeriği	Çevre Kimyasına Giriş.Atmosferin Bileşenleri, Atmosferde kimyasal ve fotokimyasal tepkimeler, Stratosferde Ozon, Küresel Isınma, Sera Etkisi, Fotokimyasal Duman, Asit yağmurları, Hava ve hava Kirliliği, Hava Kalitesinin Tayini, Su ve Su kirliliği, Su kalitesi tayini, Toprak ve toprak Kirliliği, Radyoaktif maddeler ve tepkimeleri, Toksik maddeler kimyası, Yeryüzünün Enerji Dengesi ve Muhtemel Enerji Kaynakları, Gürültü .					
Dersin Amacı	Çevre Kimyasındaki kavramlar hakkında bilgi verme, ve çevre için yapılan analizler hakkında bilgilendirme,					
Öğrenme Çıktıları ve Yeterlilikler	Çevresel dengedeki üretim ve tüketim mekanizmalarına kimyacı olarak bakış kazandırma.					
Ders Kitabı ve/veya Kaynaklar	1-Genel Kimya I ve II, Petrucci, Harwood, Herring (8. Baskıdan Çeviri) Palme Yayıncılık, Ankara, 2002. 2- Environmental Chemistry (Fifth Edition),Stanley E. Manahan , Lewis Publishers, (1991) 3- Çevre Sorunları, Turgut Gündüz, Bilge Yayıncılık , Ankara, 1994. 4- Environmental Chemistry, John Wright, Routledge Taylor and Francis Group, New York 2003. 5- Environmental Chemistry: Asian Lessons, Vladimir N. Bashkin, Kluwer Academic Publishers, t, 2003. 6- Environmental Chemistry (second edition) Peter O'Neill, Chapman & Hall , London, 1993. 7-Çevre Kirliliği. 8--http://www.cevreorman.gov.tr/					
Değerlendirme Ölçütleri						
	Ara Sınavlar %40					
	Ödevler (İsteğe bağlı)					
	Dönem Sonu Sınavı %60					
Ders Sorumlusu	Prof.Dr Mehmet Sayım KARACAN					
Hafta	**Konular**					
1	Çevre Kimyasına Giriş, Temel Kavramlar, Temel çevrimler,					
2	Atmosferin Bileşenleri, Atmosferde kimyasal ve fotokimyasal tepkimeler,					
3	Stratosferde Ozon, Küresel Isınma, Sera Etkisi, Fotokimyasal Duman, Asit yağmurları,					
4	Hava ve hava Kirliliği, Hava Kirleticiler,					
5	Hava Kalitesinin Tayini, Kirletici derişimleri					
6	Su ve Su kirliliği, Kirleticiler					
7	Su kalitesi tayini,					
8	Kirlilik kriterleri					
9	Vize					
10	Toprak ve toprak Kirliliği,					
11	Atıkların geri kazanılması					
12	Radyoaktif maddeler ve tepkimeleri,					
13	Nükleer santraller ve atıkların etkileri, Enerji Dengesi ve Muhtemel Enerji Kaynakları					
14	Toksik maddeler kimyası, Gürültü .					

ÇEVRE KİMYASI

ÇEVRE; insanların ve diğer canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde bulundukları fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamdır.

Çevre Kimyası ; hava, su ve topraktaki kimyasal türlerin yok oluşlarını, etkilenmelerini, değişimlerini, tepkimelerini ve kaynaklarını inceleyen kimya dalıdır.

İnsan yaşamı çeşitli dengeler üzerine kurulmuştur. Bu denge insanlığın tarihi boyunca çeşitli etkileşimlerin sonucunda oluşmuştur. İnsanın çevresiyle oluşturduğu doğal dengeyi meydana getiren zincirin halkalarında meydana gelen kopmalar, zincirin tümünü etkileyip, bu dengenin bozulmasına sebep olmakta ve çevre sorunlarını oluşturmaktadır.

İnsanların çevre açısından karşı karşıya kaldığı başlıca problemler şöyle özetlenebilir:

1-Hava, su ve toprakların her geçen gün artan oranlarda kirlenmesi ve önemli bir kısmının kullanılamaz hale gelmesi,

2-Özellikle Büyükşehir ve sanayi bölgelerinin çevre kirliliği sebebiyle yaşanamaz hale gelmesi,

3-Ozon tabakasının delinmesi,

4-Yerkürenin giderek ısınması,

5-Kanser ve benzeri hastalıkların artması,

6-Doğal kaynakların hızla tüketilmesi,

Hava, su ve toprak çevrenin fiziksel unsurlarını, insan, hayvan ve diğer mikroorganizmalar ise biyolojik unsurlarını teşkil eder.

Çevre Kimyası; Atmosfer, Hidrosfer ve Litosfer deki türlerin özelliklerini, değişimlerini etkileşimlerini inceler..

ÇEVRE KİRLİLİĞİ

Doğanın temel fiziksel unsurları olan **hava, su ve toprak** üzerinde olumsuz etkilerin ortaya çıkması ve canlı öğelerin hayati fonksiyonlarını, aktivitelerini, eylemlerini olumsuz yönde etkileyen çevre sorunlarına Çevre Kirliliği adı verilir.

ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN SINIFLANDIRILMASI

1. Fiziksel Kirlenme

Çevreyi meydana getiren toprak, su ve havanın fiziksel özelliklerinin tamamının, canlı sağlığını tehdit edecek, olumsuz yönde etkileyecek biçimde bozulması ve değişmesi olayıdır. Fiziksel kirlenme renk, tanecik boyutu gibi fiziksel özelliklerin değişimine yol açar.

Atmosfere salınan toz, duman gibi kirleticiler havada koyu renkli bir görünüm ortaya çıkarır. Fabrika atıklarının akarsu ve göllere boşaltılması ve erozyon nedeniyle hem akarsular daha bulanık görünür hem de dibi yabancı maddelerle dolar. Ayrıca arazilere atılan çöpler toprakta fiziksel kirlenmeler meydana getirir.

2. Kimyasal Kirlenme

Doğal çevreyi oluşturan toprak, su ve havanın kimyasal özelliklerinin, canlıların hayati faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyecek şekilde bozulmasıdır.

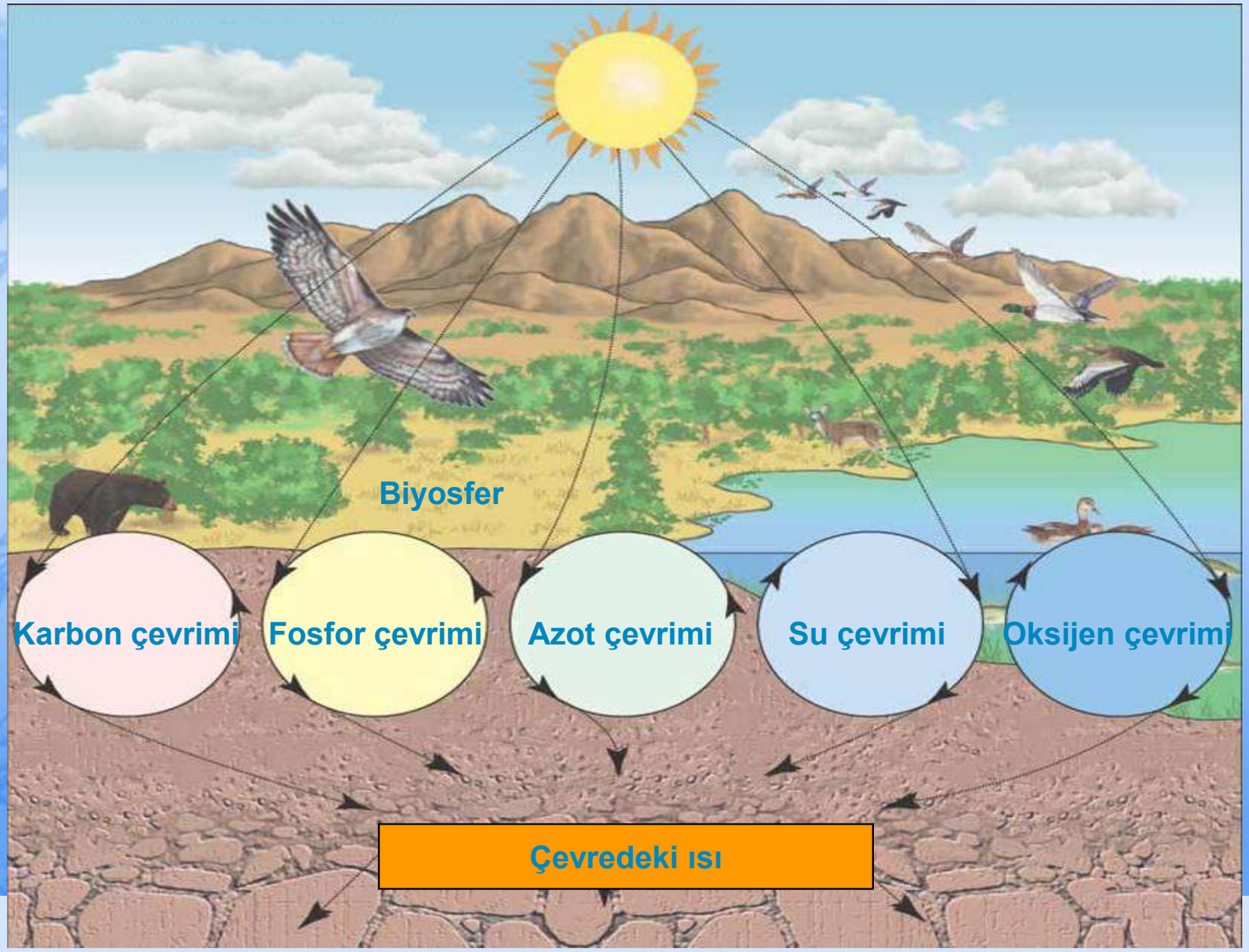
Örneğin CO_2 , SO_2 , CO derişiminin artmasıyla havanın kimyasal özellikleri değişir. Bu türler bir takım tepkimelere de girmek suretiyle canlı hayatını tehdit eder. Akarsulara atılan ağır metaller suyun kimyasal bileşimini değiştirir. Tarım ilacı olarak kullanılan maddelerin toprağın organik yapısına olumsuz etkisi olabilir.

3. Biyolojik Kirlenme

Doğal çevreyi oluşturan toprak, hava ve suyun çeşitli zararlı mikroorganizmalarla kirlenmesi ve bu ortamlardaki canlı hayatı olumsuz yönde etkilemesidir.

Örneği tarım alanlarının kanalizasyon sularıyla sulanması atık sulardaki bir takım zararlı mikroorganizmaların diğer canlılara geçmesine neden olur.

Genel Biyokimyasal Çevrimler

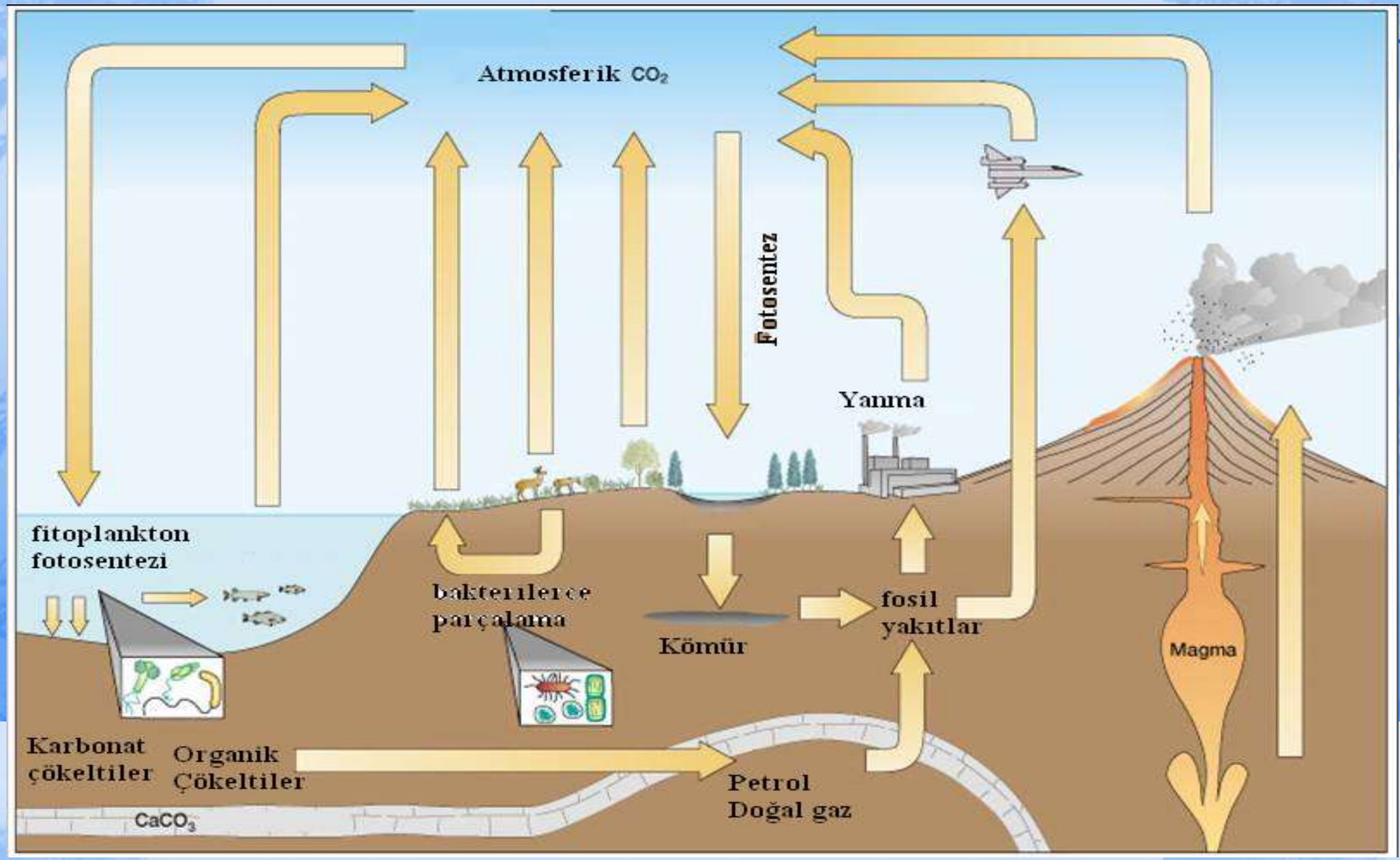


Isı

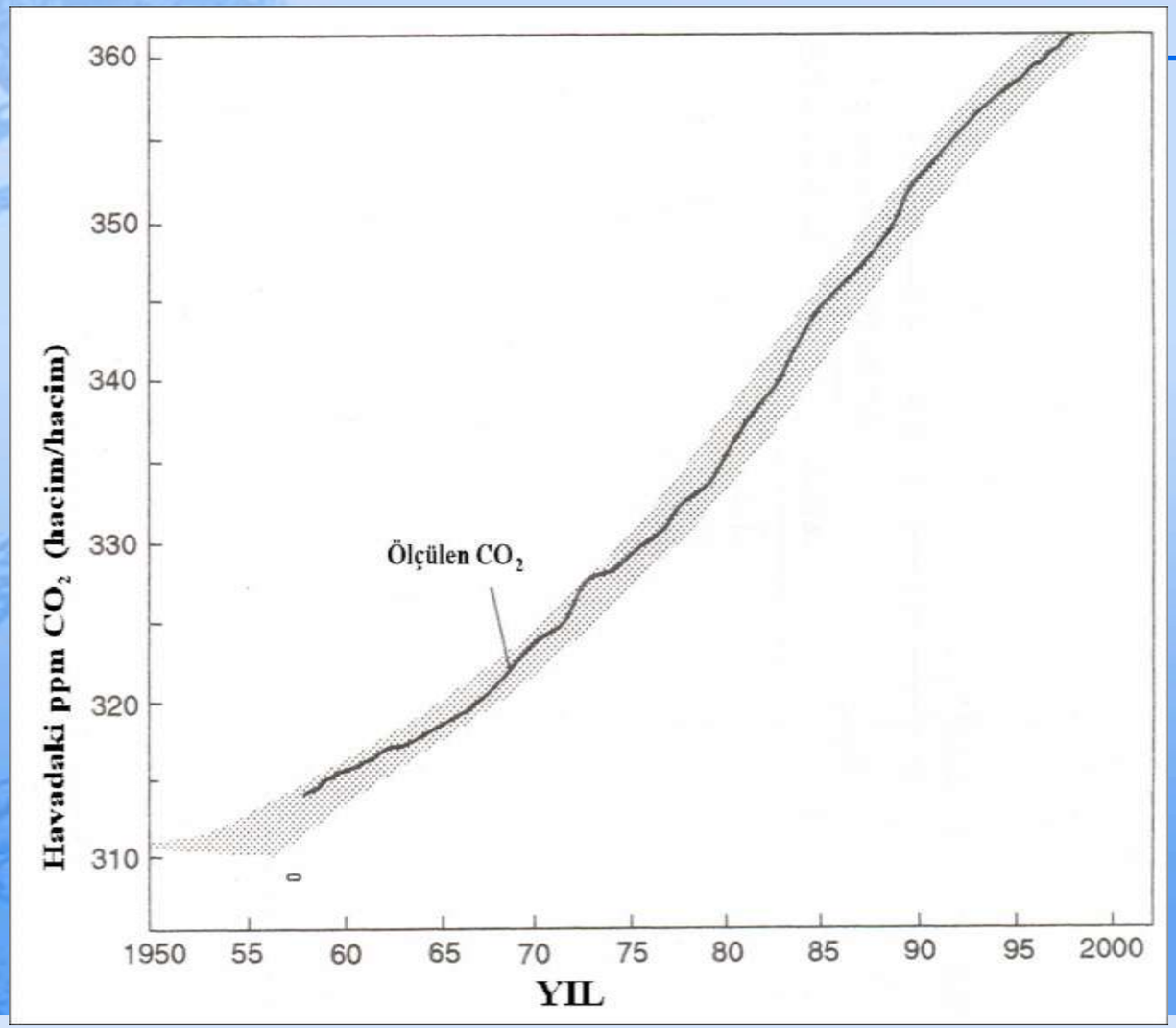
Isı

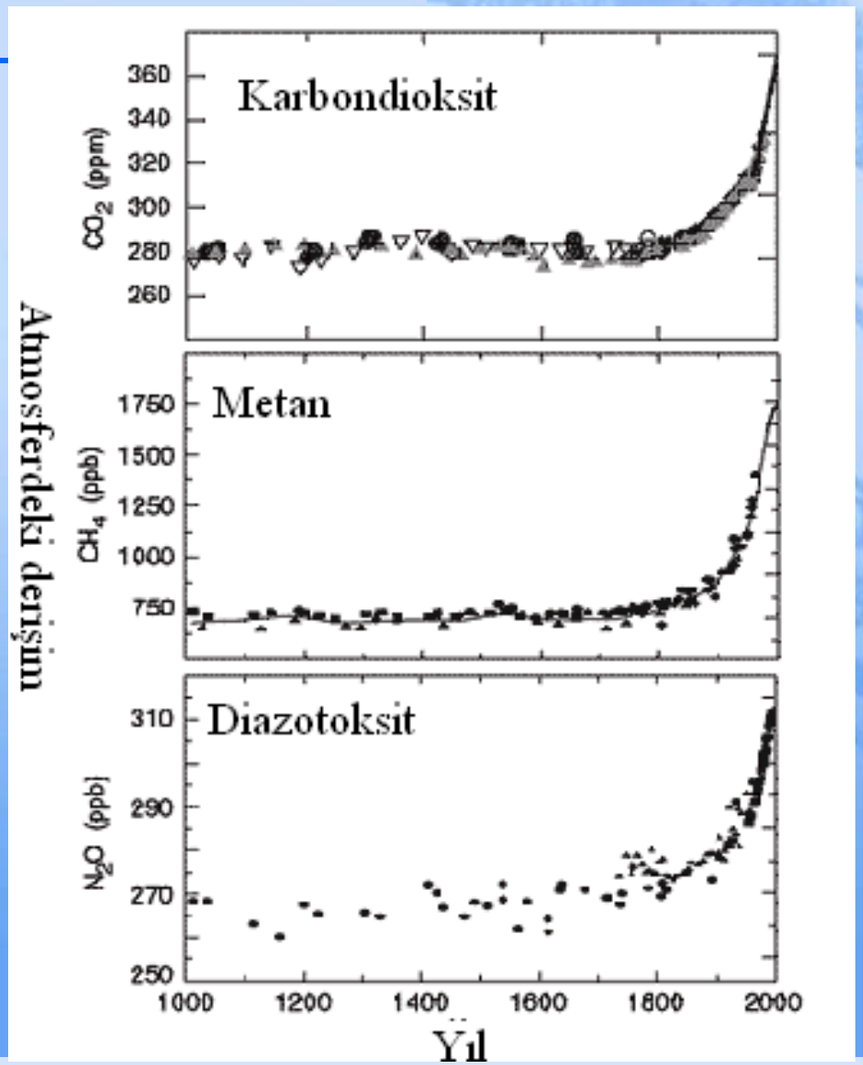
Isı

Karbon Çevrimi

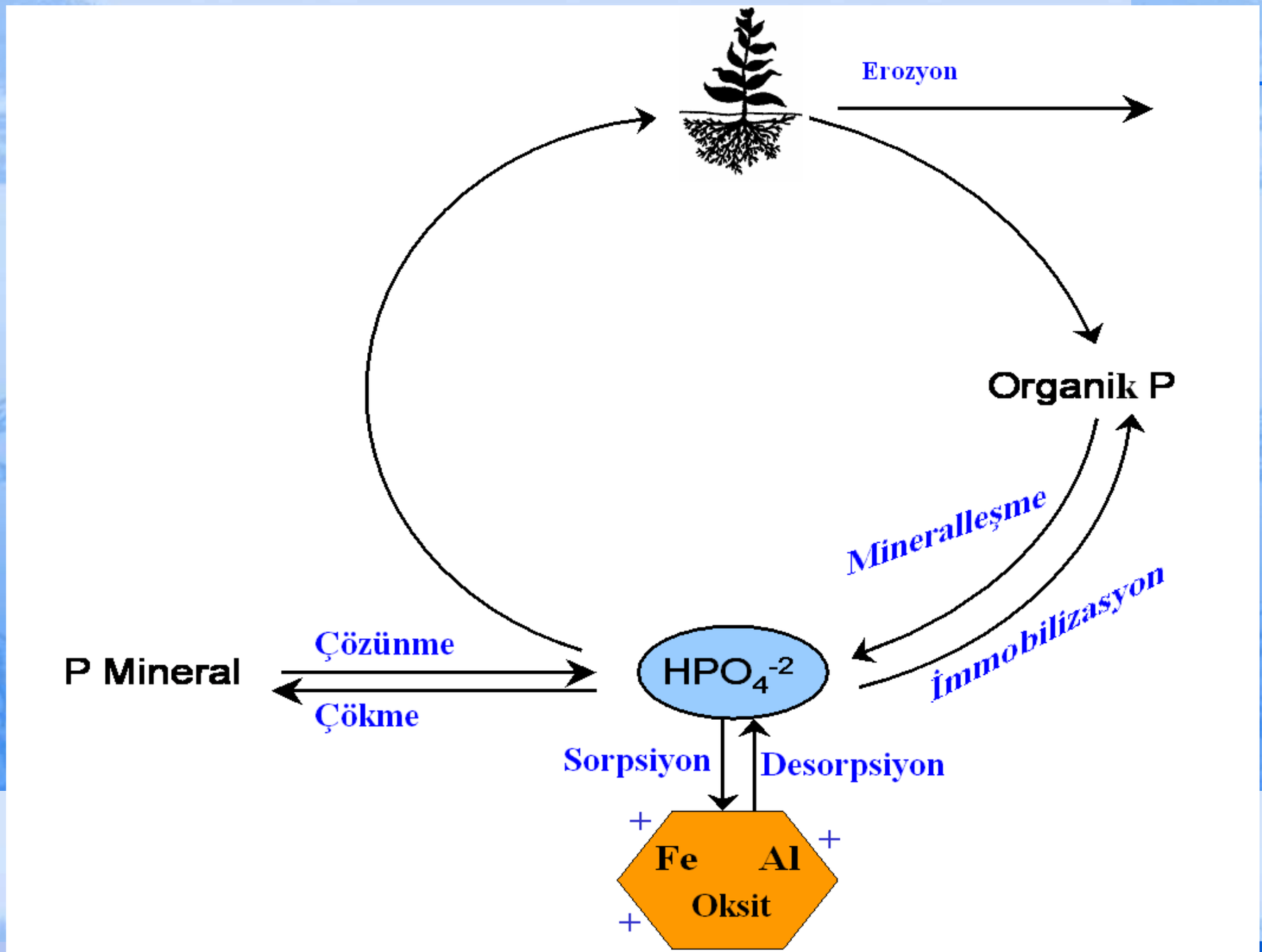


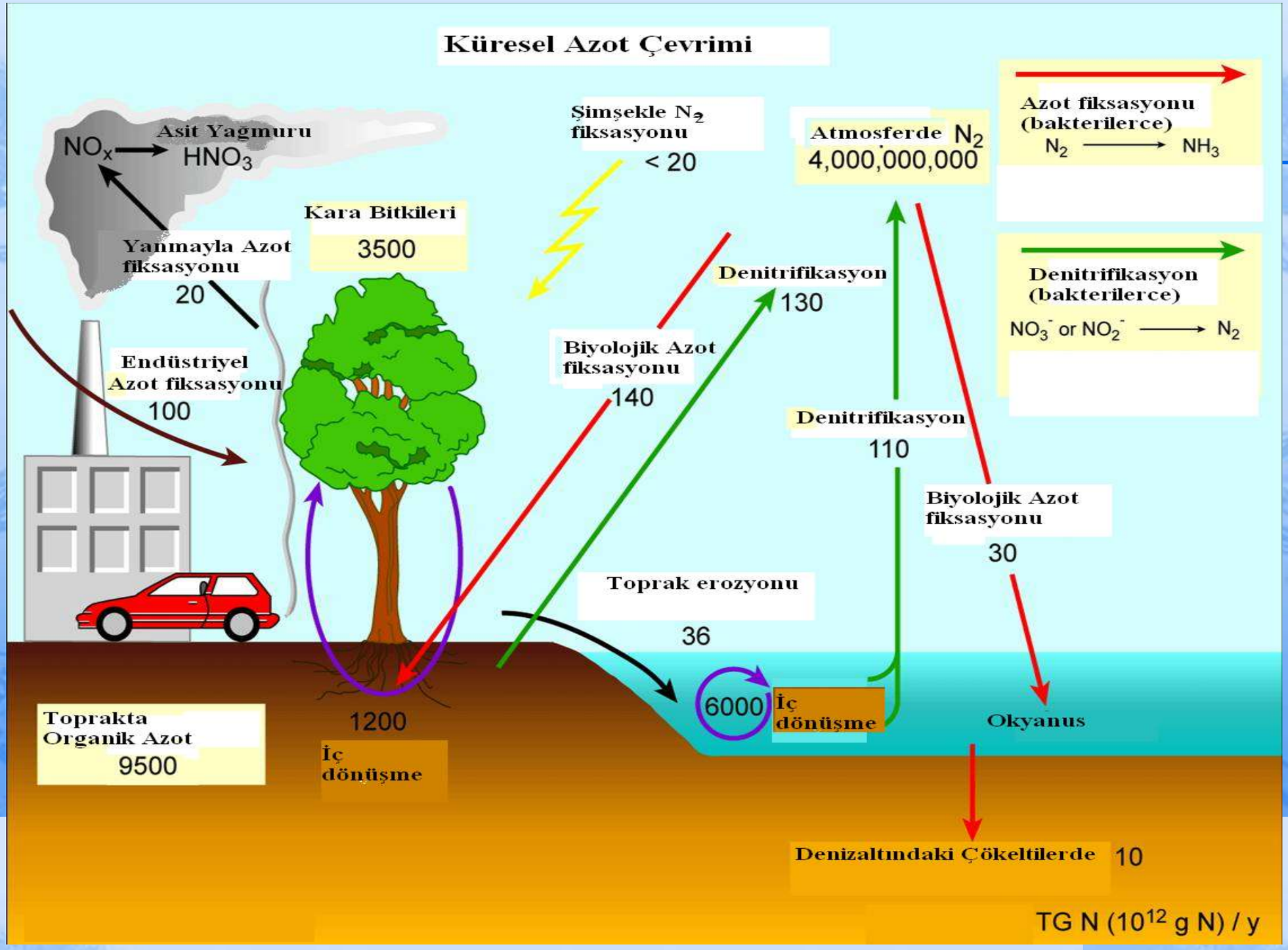
Son 50 yılda CO_2 derişimi

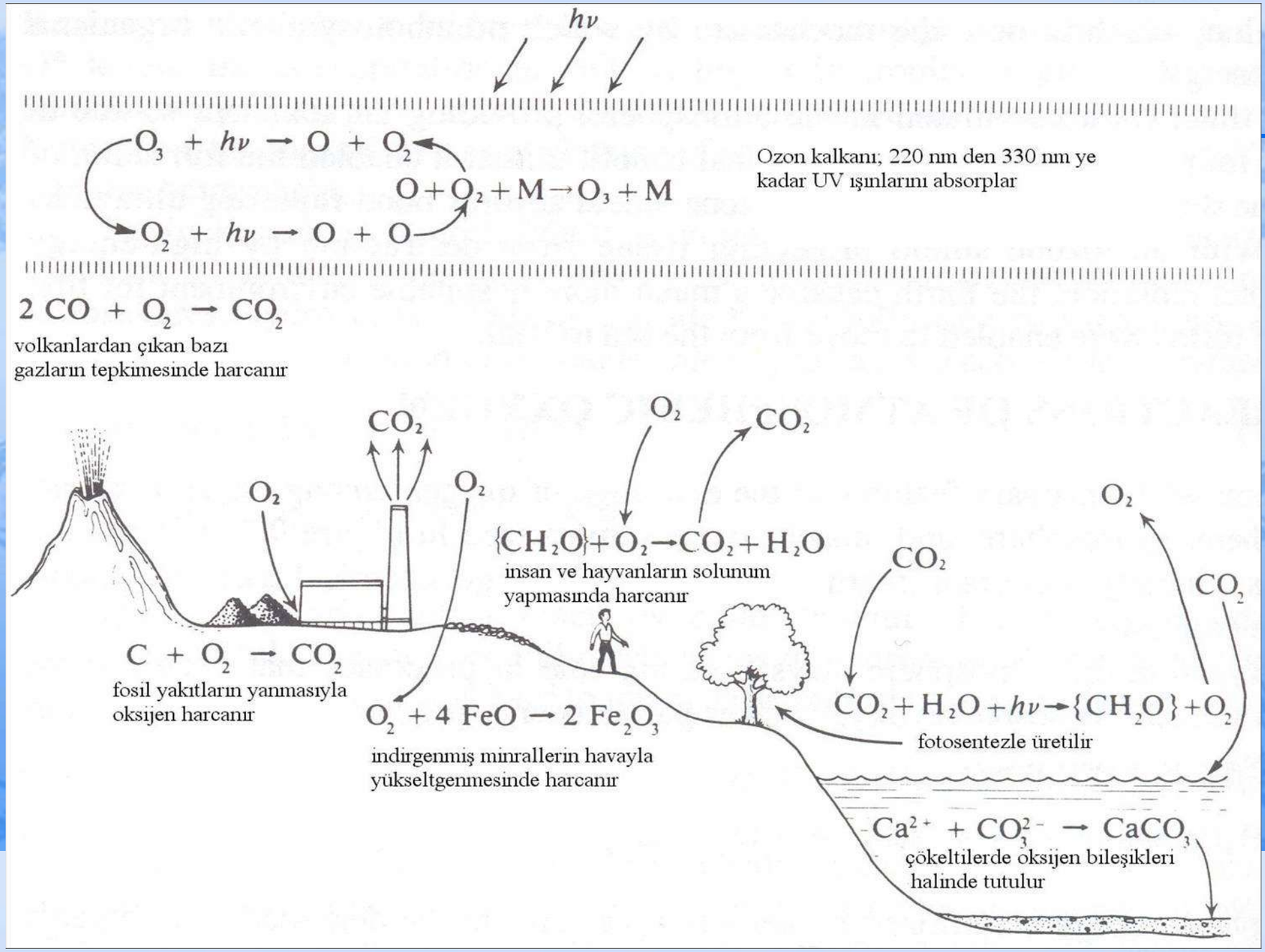




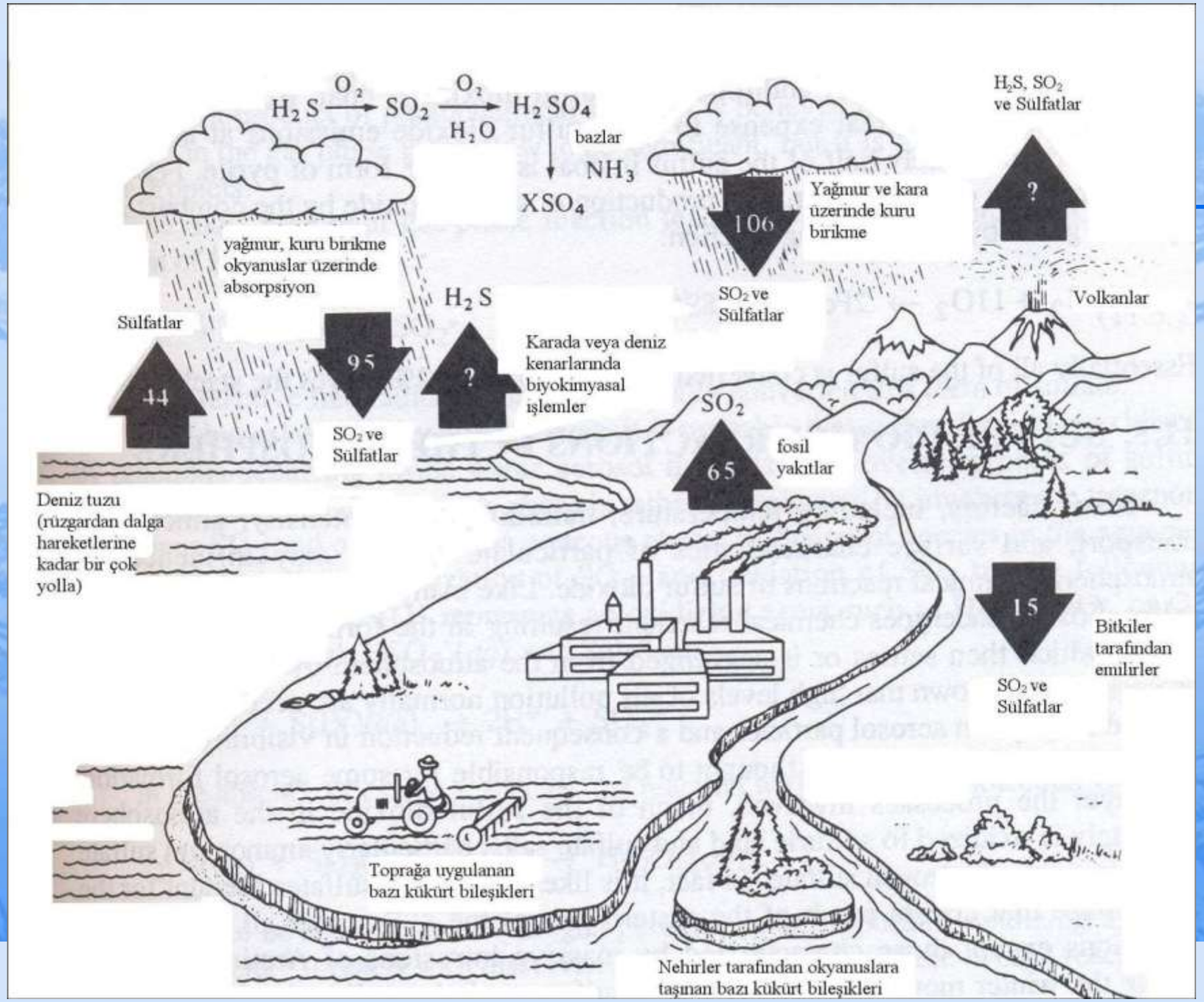
P Çevrimi


Erozyon
Organik P
Mineralleşme
İmmobilizasyon
P Mineral
Çözünme
Çökme
HPO_4^{-2}
Sorpsiyon
Desorpsiyon
Fe
Al
Oksit


Küresel Azot Çevrimi
Asit Yagmuru
NO_x
HNO_3
Yanmayla Azot fiksasyonu
20
Kara Bitkileri
3500
Şimşekle N_2 fiksasyonu
< 20
Atmosferde N_2
4,000,000,000
Azot fiksasyonu (bakterilerce)
N_2 → NH_3
Denitrifikasyon
130
Biyolojik Azot fiksasyonu
140
Endüstriyel Azot fiksasyonu
100
Denitrifikasyon (bakterilerce)
NO_3^- or NO_2^- → N_2
Denitrifikasyon
110
Biyolojik Azot fiksasyonu
30
Toprak erozyonu
36
6000
İç dönüşme
Okyanus
Toprakta Organik Azot
9500
1200
İç dönüşme
Denizaltındaki Çökeltilerde 10
TG N (10^{12} g N) / y



Şekil : Atmosfer, biyosfer, hidrosfer, litosfer arasında oksijen çevrimi

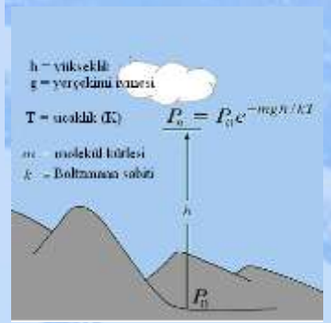


Yerkürede kükürt çevrimi

Atmosferik basınç $P^0 = \frac{M_{atm}.\ G}{4\pi r^2} = \frac{5.27.10^{18}\,kg\ .9.81\ m/s^2}{4.\ 22/7\ .\ (6{,}37.\ 10^6\ m)^2}$

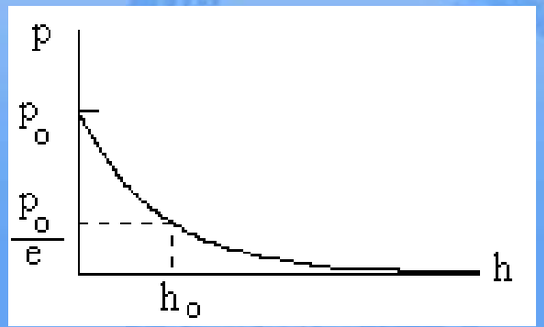
Atmosfer

- Atmosfer yeryüzündeki canlı hayatı sürdürmeye yarayan ve yeryüzünü dış uzaydan gelebilecek tehlikelere karşı koruyan bir battaniye olarak tanımlanabilir. Bitkilerin fotosentezi için karbondioksit diğer canlıların solunumu için gerekli oksijenin kaynağıdır. Ayrıca hayat zincirindeki önemli elementlerden biri olan azotun da kaynağıdır. Güneş enerjisiyle buharlaşan suyun atmosferde yoğunlaşmasıyla su çevrimine de katkıda bulunur.
- Atmosfer olmadan yeryüzünün sıcaklığının -18°C olabileceği hesaplanmaktadır. Yeryüzünün ortalama sıcaklığı 15 °C dir. Güneş ışınlarının yaklaşık %50 si yeryüzüne ulaşır, geriye kalan %20si ozon, CO_2 gibi gazlar tarafından absorplanır, %30'u bulutlar, kar, çöl kumları gibi yansıtıcı maddeler tarafından uzaya geri yansıtılır. Yeryüzünün sıcaklığının aynı kalabilmesi absorplanan ışık ve yansıyan ışık oranının korunmasına bağlıdır.



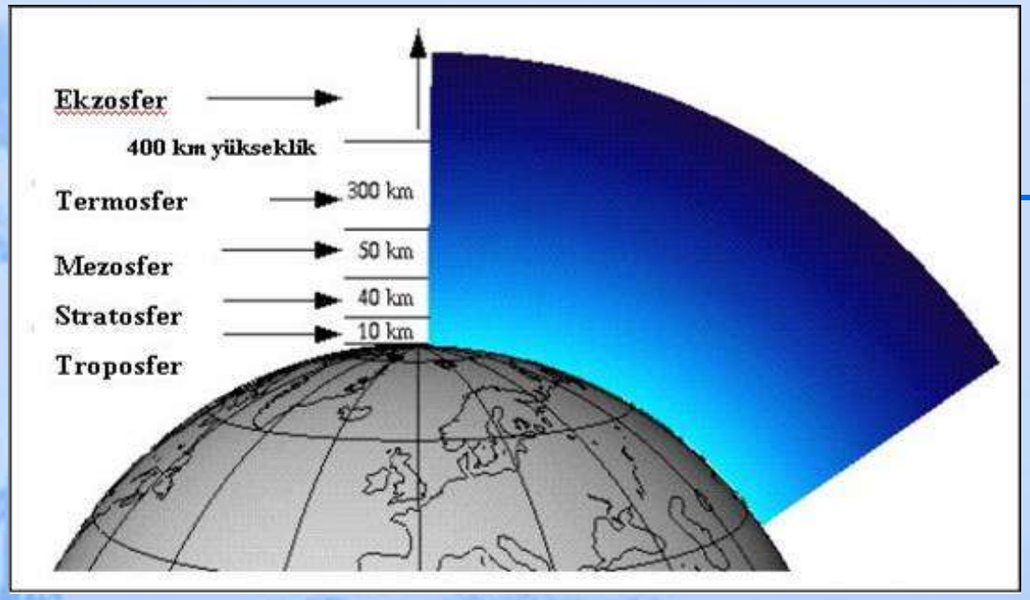
Atmosferde yeryüzü sıcaklığı 20 ° C iken 3000 m de 0 C sıcaklık ve 0,686 atm basınca sahiptir. Havanın ortalama mol kütlesi 29 g/mol alınmıştır.

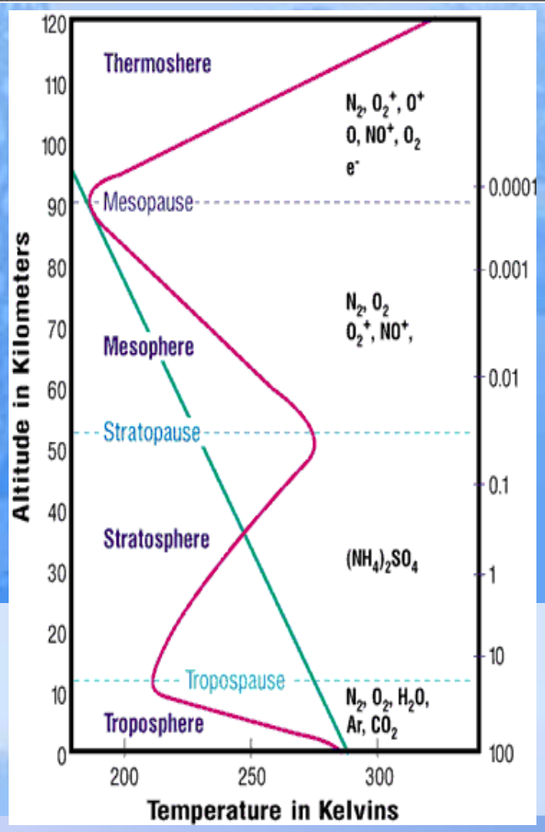
- Atmosfer; insanoğlunun hayatını kısaltan ve kendi karakteristik özelliklerini değiştiren SO_2 den soğutucu Freon gazlarına kadar çeşitli türlerdeki kirleticilerin tehdidi altındadır.
- Atmosfer hayatı koruyucu bir işlev üstlenir. Dış uzaydan gelen kozmik ışınları absorplar ve onların etkilerine karşı organizmaları korur, güneşin elektromanyetik ışınlarını absorplar, sadece 300nm ile 2500 nm arasındaki ışınların yeryüzüne ulaşmasına izin verir. 300 nm nin altındaki yaşayan organizmalara zararlı güneş ışınları absorplayarak yeryüzüne ulaştırmaz.
- Atmosfer bilimi atmosferde hava kütlesinin taşınması, atmosferik ısı dengesi, atmosferin kimyasal bileşimi ve tepkimeleri ile ilgilenir.
- Atmosferin yoğunluğu yerden yükseldikçe yerçekimi ve gaz kanunları nedeniyle azalır. Atmosferi kaplayan gazların %99 u yeryüzünden yaklaşık 30 km yükseklikteki bölgede bulunur.
- Atmosfer basıncı yükseklikle üstel olarak azalır.
- $Ph = P^0 e^{-mgh/RT}$

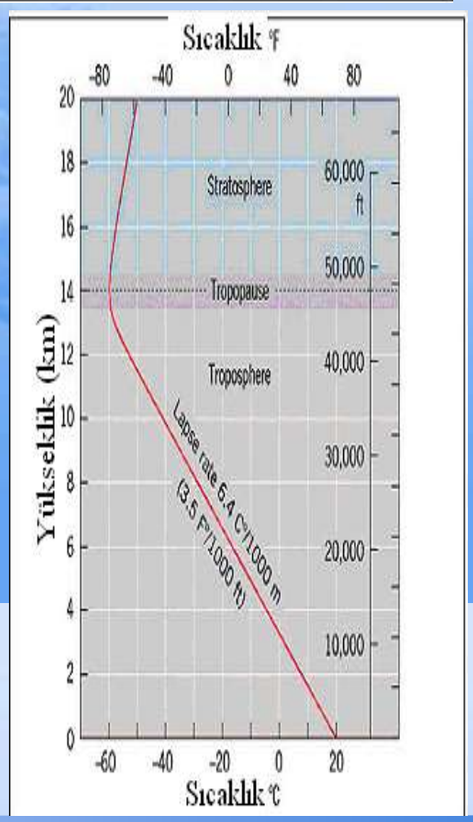


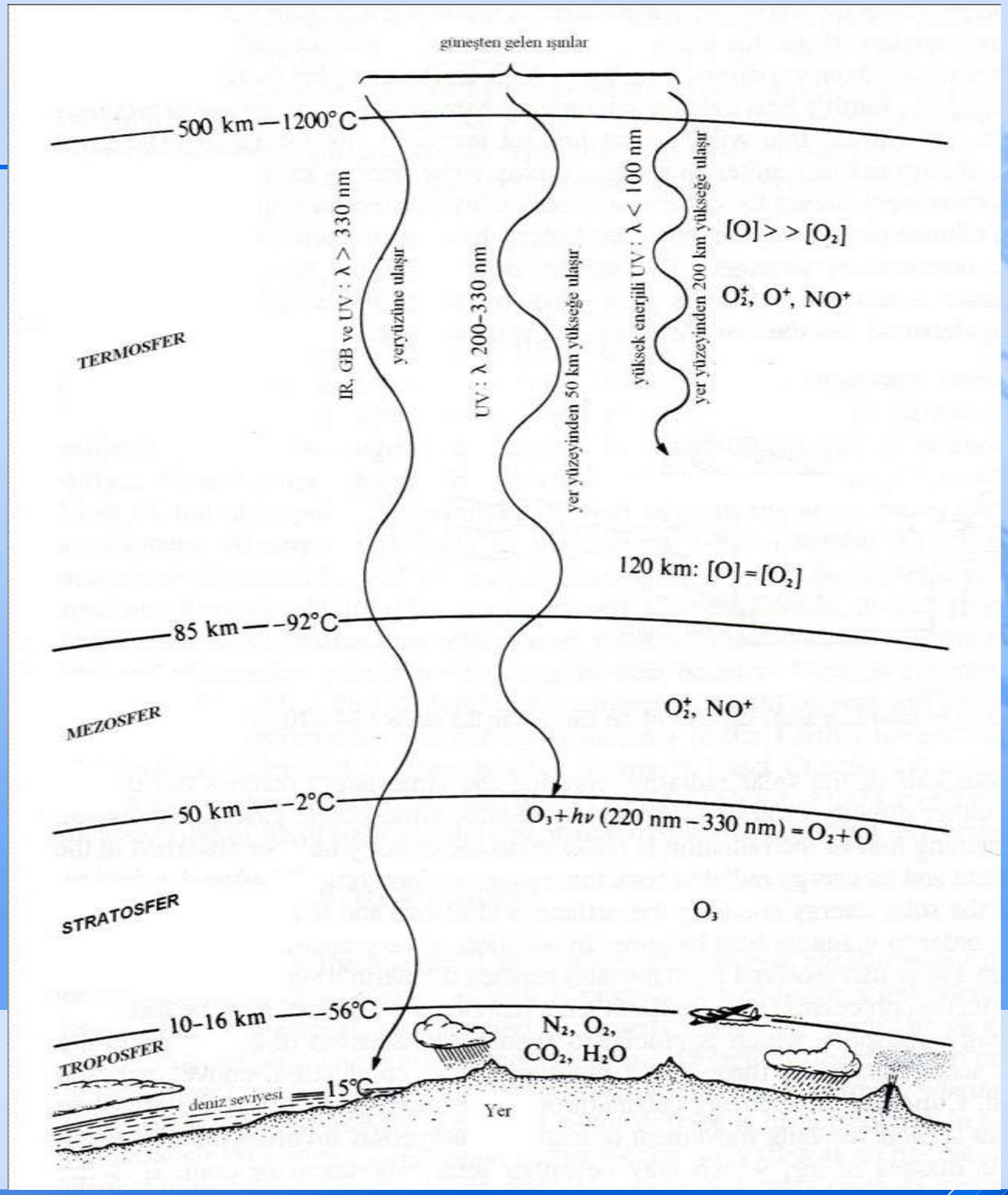
- P^0; deniz seviyesindeki basınç — G; yer çekimi ivmesi(981 cm/s^2 deniz seviyesinde)
- R; gaz sabiti($8{,}31410^7$ erg/mol.K) — h: yükseklik — T: h yüksekliğindeki sıcaklık.
- m; havanın ortalama mol kütlesi (28,97 g/mol) — Ph: h yüksekliğindeki basınç.

Atmosferin Ana bölgeleri

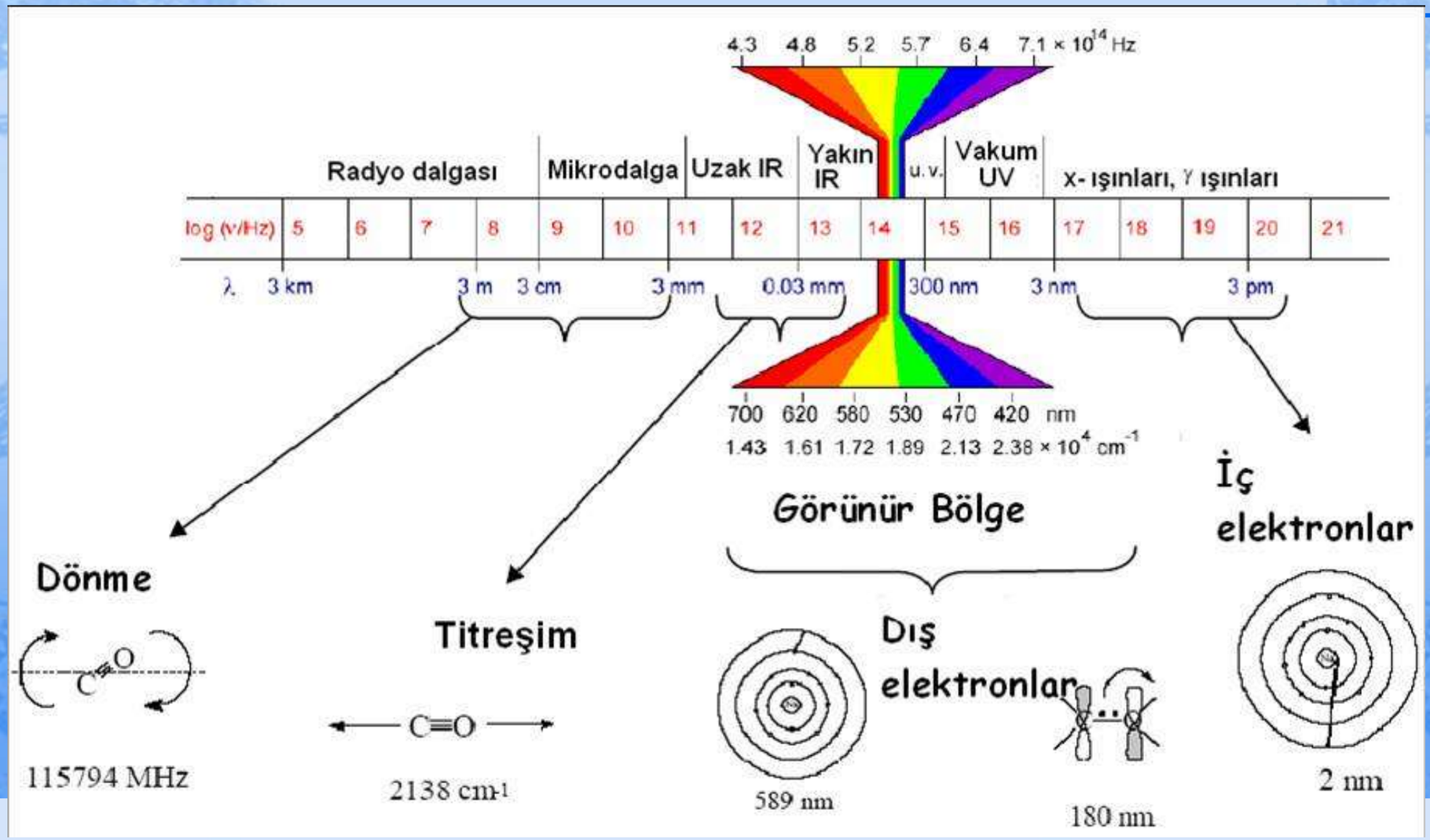




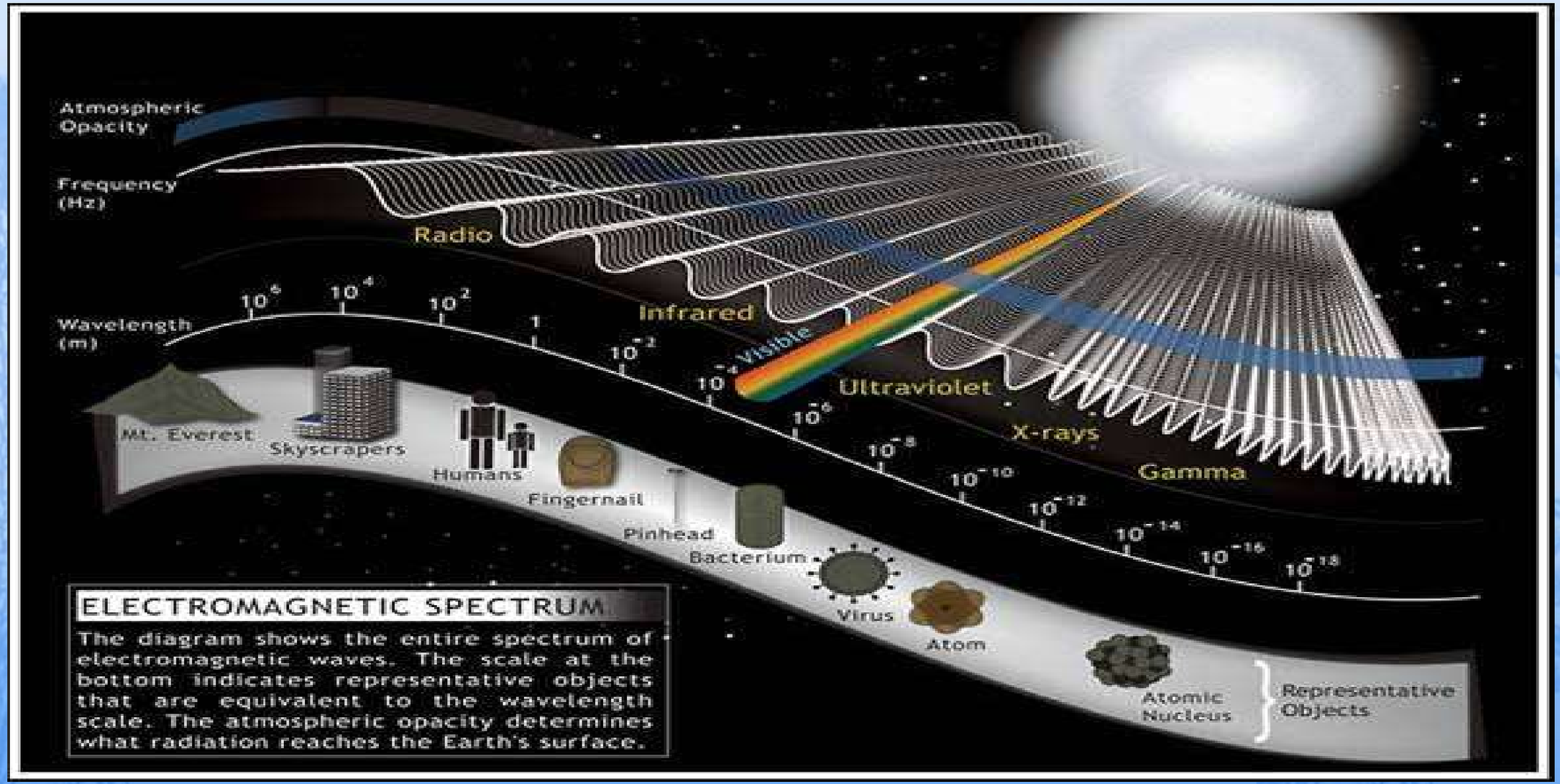




Elektromanyetik Spektrumda Bölgeler



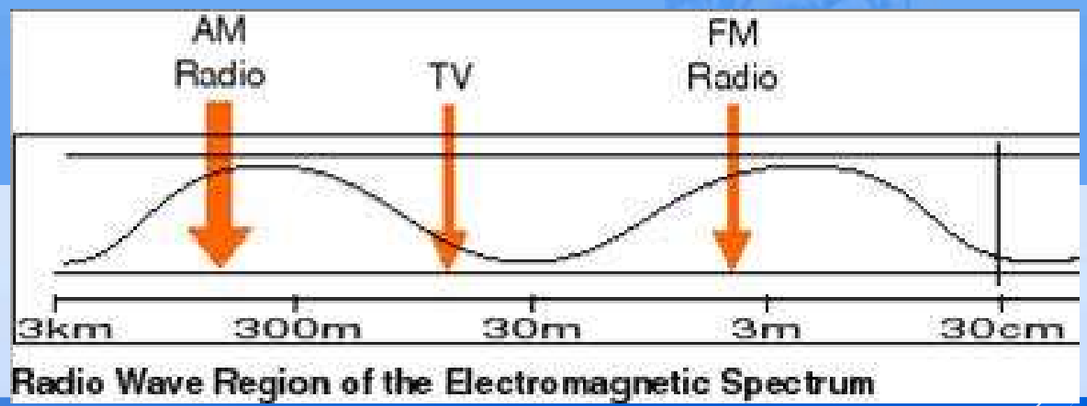
$E = h\nu = hc / \lambda$ c:3.10^8 m/s(vakumda)



100 nm lik UV elektromagnetik ışımasının enerjisi nedir.

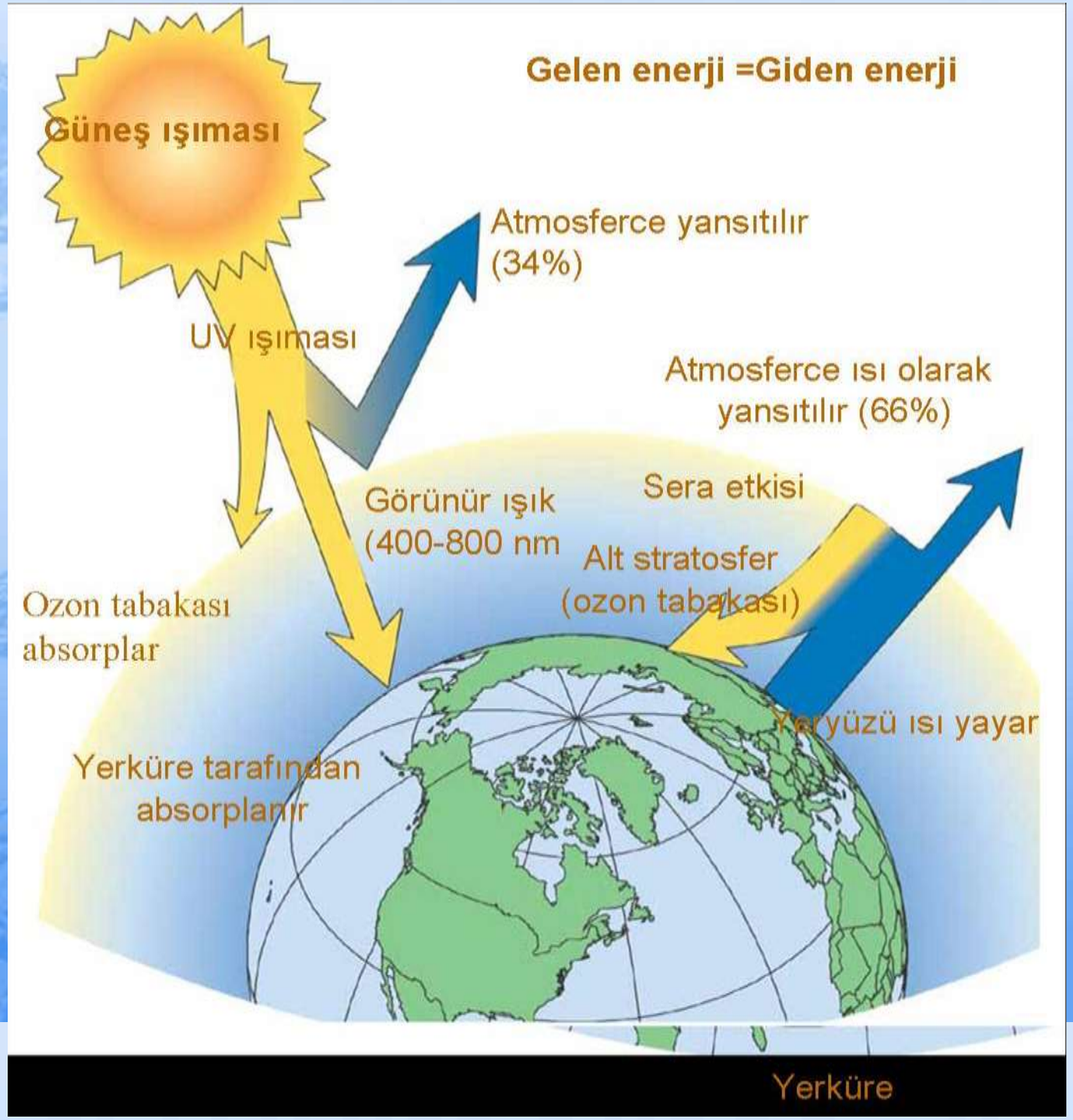
$E=hc/\lambda = \underline{6.62.10^{-34}\ Js.\ 3.\ 10^{8}\ m/s} = 2.10^{-18}\ J$

$100.\ 10^{-9}\ m$



Radio Wave Region of the Electromagnetic Spectrum

Isı Alışverişi



Yansıyan ışık (34%)

Okyanusların absorpladığı ışık (23%)

Kara parçalarının absorpladığı ışık (42%)

Fotosentezde kullanılan ışık (0.2%)

Uzaya geri yansıtılan ışık (66%)

ATMOSFERDEKİ KİMYASAL VE FOTOKİMYASAL TEPKİMELER

Atmosferdeki kimyasal ve fotokimyasal tepkimeleri çalışmak hayli zordur. Oldukça düşük derişimlerde çalışıldığından atmosferdeki tepkime ürünlerini almak ve analiz etmek oldukça problemlidir. Bu tepkimeler genellikle laboratuvar şartlarına taşınarak çalışılır; bu sefer de bu şartlarda çalışmanın getirdiği girişimler, tepkime hızları, belli bir kapalı kapta tepkimeyi yapmanın getirdiği şartlar sonuçları etkilemektedir. Doğadaki şartların tamamını laboratuvar şartlarında sağlamak kabaca mümkün olabilir.

Fotokimyasal Tepkimeler:

Işığın bazı kimyasal türler tarafından absorpsiyonuyla meydana gelen tepkimeler fotokimyasal tepkimeler olarak adlandırılır.

NO_2 atmosferde fotokimyasal olarak aktif olan kirletici bir türdür. NO_2 ışık enerjisini absorpladığında elektronik olarak uyarılmış moleküle dönüşür.

$NO_2 + hv \rightarrow NO_2^*$

Elektronik olarak uyarılmış moleküller atmosferik kimyasal işlemlerde kararsız ve tepkimeye girmeye eğilimli türlerden biridir. Diğer ikisi de ortaklanmamış elektrona sahip atom veya moleküller (serbest radikaller) ve iyonlaşmış atom veya moleküllerdir.

Bir molekül birkaç halde bulunabilir. Fakat UV ve GB ışığı molekülleri sadece birkaç düşük uyarılmış enerji seviyesine uyarabilir. Moleküller çoğunlukla çift elektron sayısına sahiptir. Absorplanan ışık orbitallerdeki elektronlardan birisini daha yüksek enerjili boş orbitale uyarabilir. Uyarılan elektronun spini değişmezse buna uyarılmış singlet hal denir. Bazen de uyarılan elektron uyarılırken spini değişebilir, buna da uyarılmış triplet hal denir.

Eğer absorplanan ışık görünür bölge ışığı ise absorplayan tür de renkli olur. Renkli NO_2 atmosferde yaygın olarak gözlenir. Fotokimyasal işlemin ilk adımı ışığın bir fotokimyasal enerji biriminin(kuantum) bir molekülü aktiflemesidir. Bir kuantumun enerjisi hv çarpımına eşittir.

h: $6{,}62.10^{-27}$ erg. s (Plank sabiti) ,v; absorplanan ışığın frekansı olup 1/s birimindedir.

Atmosferde Bir fotonun absorplanmasıyla uyarılmış enerji düzeyindeki türler aşağıdaki şekillerde enerjisini kaybederek tepkime oluştururlar.

($O_2 + h\nu \rightarrow O_2^*$)

1- Uyarılmış atom veya molekül diğer bir atom veya moleküle(M) aktararak enerjisini kaybeder(fiziksel sönümlenme)

$O_2^* + M \rightarrow O_2 + M$(yüksek öteleme enerjisi)

2-Uyarılmış molekül ayrışabilir.(atmosferin üst tabakalarındaki O_2 bu şekilde davranır) **$O_2^* \rightarrow O+O$**

3-Diğer bir türle tepkimeye girebilir. **$O_2^*+O_3 \rightarrow 2O_2+O$**

4-Lüminesans la enerjisini kaybedebilir. **$NO_2^* \rightarrow NO_2 + h\nu$**

5-Lüminesans eğer ışık absorplamasıyla neredeyse anlık ise (floresansın ömrü çok kısadır.10^{-5} s den küçüktür) buna floresans, eğer bir süre sonra ise fosforesans adı verilir.(fosforesansın ömrü 10-5 den büyük hatta s veya dk lar düzeyinde sürer). Uyarılmış tür bir kimyasal tepkime ile oluşursa buna kemilüminesans denir.

$O_3 + NO \rightarrow NO_2^*+O_2$ **$NO_2^* \rightarrow NO_2 + h\nu$**

6-Moleküller arası enerji transferi olabilir. **$O_2^*+ Na \rightarrow O_2+Na^*$** **$Na^* \rightarrow Na + h\nu$**

(İkinci türden sonradan bir tepkime meydana gelirse buna fotosensitize tepkime denir)

7-Molekül içi enerji aktarımı olabilir.

$XY^* \rightarrow XY^{\#}$(aynı molekülün başka bir enerji düzeyine uyarılması)

8-Kendiliğinden olan bir dönüşme ile izomerleşme olabilir. ***o*-nitrobenzaldehit + hv → *o*-nitrobenzoik asit**

9-Bir elektron kaybederek fotoiyonizasyon oluşabilir. **$N_2^* \rightarrow N_2^+ + é$**

10-Bir molekülün ışık absorpsiyonuyla uyarılmasından serbest radikal oluşabilir.

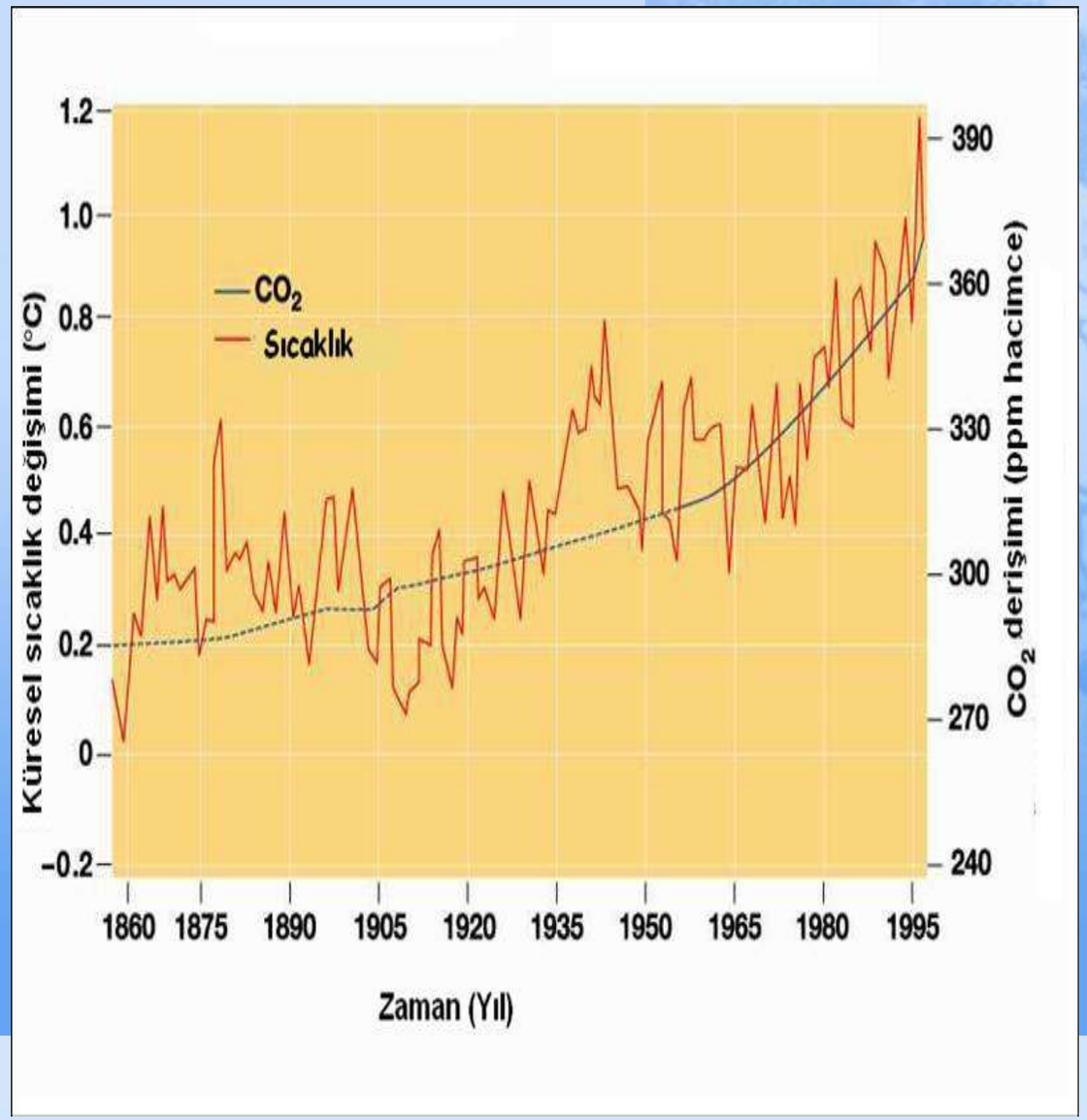
Serbest radikaller atmosferde karşılaşılan en önemli olaylardandır. Eşleşmemiş elektronu nedeniyle çok tepkimeye girme eğilimindedir. Radikaller bir zincir tepkimesi başlatabileceği gibi sonlandırabilir.

$H_3C\cdot + H_3C\cdot \rightarrow C_2H_6$

Küresel Isınma

- Dünyanın ortalama sıcaklığı ve CO_2 derişimi son 150 yıldır artma eğilimindedir.
- Yandaki şekilden de görüldüğü gibi yeryüzünün ortalama sıcaklığı ve CO_2 derişimi artma göstermektedir.

- Küresel ısınmanın başlıca 2 sebebi vardır.
- 1. Ozon tabakasının incelmesi
- 2. Sera gazlarının artışı



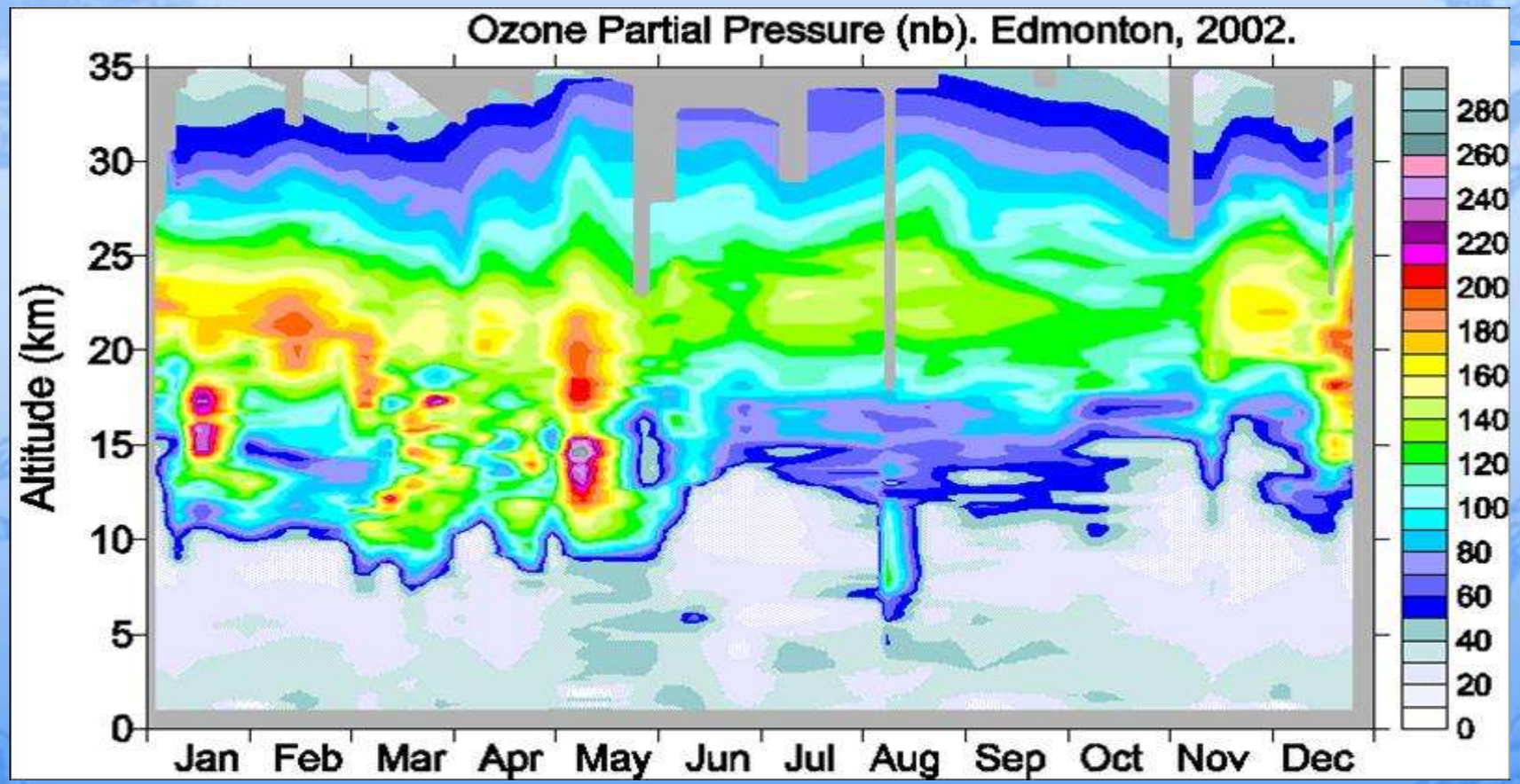
OZON TABAKASININ KİRLİLİKTEN ETKİLENMESİ

- Atmosferin alt tabakalarında tehlikeli bir kirletici olan ozon Stratosferde önemli bir koruyucudur. Oksijenin fotokimyasal ayrışması ile oluşur. Atmosferde, stratosfer tabakası içerisinde, yerden yaklaşık 19 ile 23. km'ler arasında bulunan ve maksimum olarak da 10 ppm ozon yoğunluğuna sahip olan katmana ozon tabakası denilmektedir.

Normal ozon oluşumu	Ozonun filtre görevi	Ozonun yok olması
$O_2 + h\nu \rightarrow O + O^*$	$O_3 + h\,\nu \rightarrow O_2 + O$	Kloro floro karbon varlığında
($\lambda < 242$ nm)	NO_X varlığında	$CCl_3F + h\,\nu \rightarrow \cdot Cl + \cdot CCl_2F$
$O^* + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$	$O_3 + NO \rightarrow NO_2 + O_2$ ve	$CCl_2F_2 + h\,\nu \rightarrow \cdot Cl + \cdot CClF_2$
($\lambda < 340$ nm ışığı soğurarak)	$NO_2 + O \rightarrow NO + O_2$	($\lambda \sim 200$ nm)
		$\cdot Cl + O_3 \rightarrow ClO\cdot + O_2$
	$O + O_3 \rightarrow 2\,O_2$ net tepkime	$O_3 + NO \rightarrow NO_2 + O_2$
		$ClO\cdot + NO_2 \rightarrow ClONO_2$
		$ClONO_2 + h\,\nu \rightarrow NO_3 + Cl$
		$NO_3 + h\,\nu \rightarrow NO + O_2$
		$O_3 + O_3 \rightarrow 3\,O_2$ (net tepkime)

Buzdolaplarında, plastik köpük üretiminde şişirici olarak basınçlı teneke kutularda itici gaz olarak yaygın bir şekilde kullanılan CF_2Cl_2 ve CCl_3F lar, O_3 ile verdikleri tepkimeler dolayısıyla oldukça zararlı etki göstermişlerdir. Bu bileşikler çok kararlı olduklarından, atmosferde çok uzun süre kalabilirler ve stratosfere difüzlenirler. Stratosferdeki yoğun, yüksek enerjili UV ışığı yukarıdaki tepkimeler dolayısıyla O_3 ' ü harcar.

Atmosferdeki ozon



- Ozonun%90ı stratosferde bulunur.

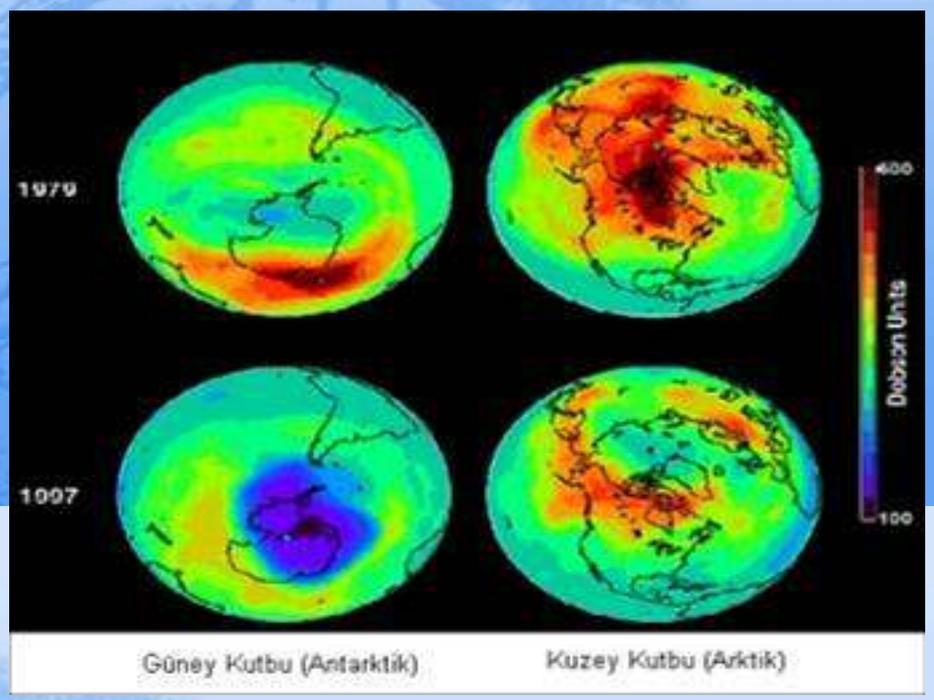
Ozon Ölçümü

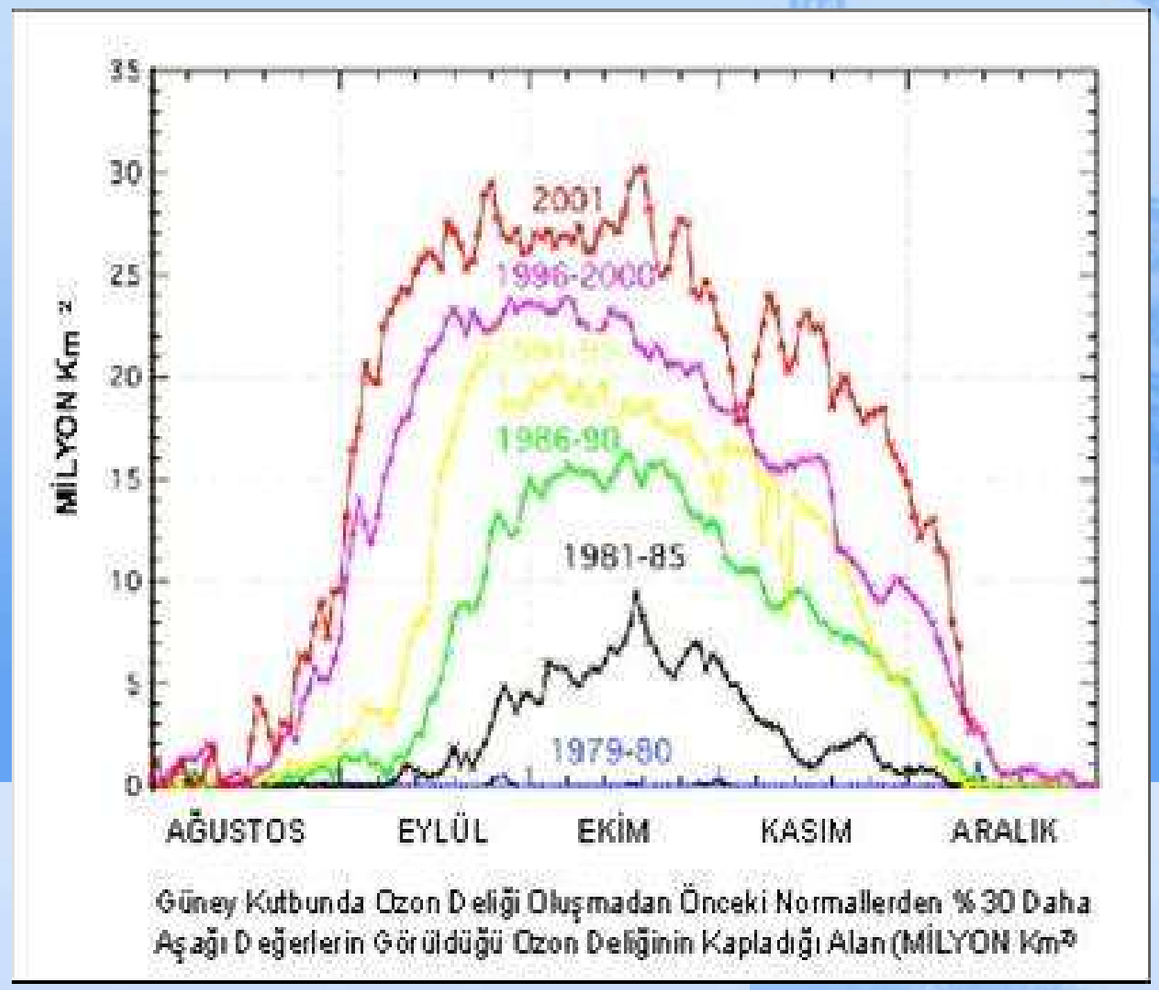
- Ozon tabakasının kalınlığı ise, normal atmosfer basınç ve sıcaklığına indirilerek hesaplandığında 0,3 cm = 3mm = 300 Dobson Birimi olarak bulunmuştur. Burada;
- 1 Dobson Birimi; ozon hacminin yaklaşık milyarda bir kısmının, ortalama atmosferik konsantrasyonunu ifade eder.
- "Ozon tabakasında delik" şeklinde bir ifade yanlıştır. Burada bahsedilmek istenen ozon tabakasını oluşturan ozon derişiminde azalma veya ozon yoğunluğunda görülen azalmadır.

1 Dobson Birimi = 10^{-3} atm.cm = 0.01 mm'dir.

300 DU = 8.07 x10^{22} molekül / m^2 veya

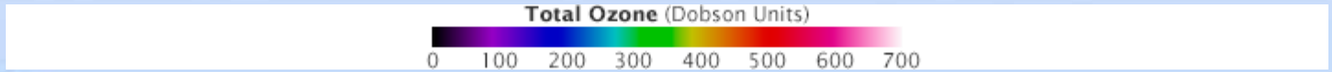
= 6.42 x10^{-3} kg / m^2 'ye eşittir.

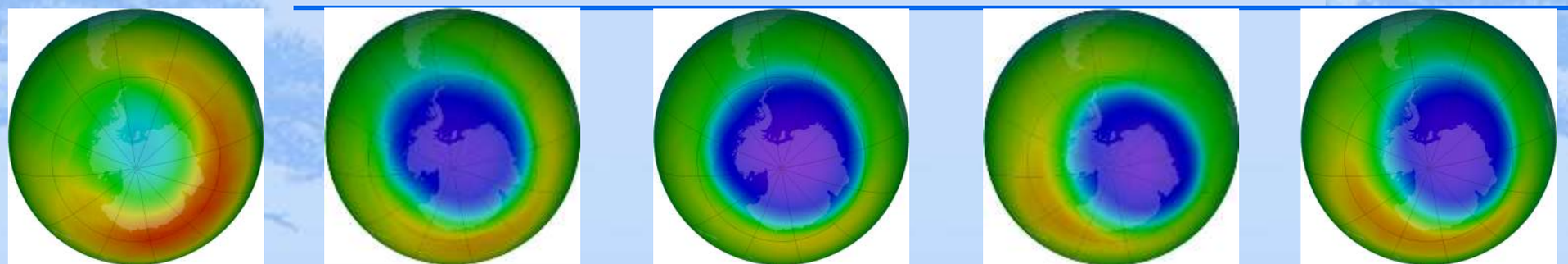




Ozon tabakasındaki ozon derişiminin değişimi

Güney Kutbu (Ekim ayları)





1979 1989 1999 2009 2014

Kuzey kutbunda ölçümlerin kaydedilmeye başladığı tarihten beri lokal düşüşler görülmüştür, fakat bu düşüşler süre ve miktar bakımından Güney kutbundaki kadar büyük ve etkili olmamıştır. Düşüşlerin görüldüğü dönem kış - ilkbahar dönemi olarak belirlenmiştir.

Güney yarımkürede ozon tabakasında görülen incelme, Eylül ayı başından itibaren ortaya çıkmakta ve Ekim ayının ilk haftasında toplam ozonun en düşük seviyeye ulaşmasıyla birlikte iyice belirginleşmektedir. Kasım ayından itibaren ise, orta enlemlerden gelen ozonca zengin havanın etkisiyle incelme durmakta, yoğunluk artmakta ve Aralık ayının sonuna doğru da normale dönerek eski kalınlığına ulaşmaktadır.

Antarktika kışın neredeyse hiç güneş ışığı alamaz, hatta baharda bile oldukça az güneş ışığı alır. Bu yüzden kışın ozon üretilemez. İlkbaharda Güneş ışıkları bir miktar alınınca da aşağıdaki tepkimeyle oluşan ozon da harcanır.

İlk olarak 1979 yılında ortaya çıkan ozon derişimindeki azalma yaklaşık 1989 yılında en yüksek seviyesine çıkmıştır ondan sonra da fazla büyümemiştir..

SERA ETKİSİ

- Sera etkisi genel olarak CO_2 in meydana getirdiği bir problemdir. Ayrıca CH_4, kloroflorokarbonlar(CFC) , ozon ve N_2O da katkıda bulunur.

- Stratosfer ve daha üst katmanlarda soğurulmayan güneşin görünür ve UV ışınları yeryüzüne ulaşır, soğurulur ve ısıya çevrilir. Bu ısı kızılötesi (IR) ışın şeklinde atmosfere yayılır. CO_2 , CH_4, N_2O gibi düşük titreşim enerjili moleküller, Kızılötesi ışınını soğurur ve tekrar yeryüzüne yayar. Yayılan enerji yeryüzünden uzaklaşamadığı için yeryüzü ve atmosferin alt tabakaları ısınır. Atmosferde bulunan gazların doğal sera etkisi meydana getirmesine ilaveten atmosferde kirletici olarak bulunan insan faaliyetlerinden meydana gelen kloroflorokarbonlar sera etkisini artırıcı etki gösterirler. Sera etkisinin yaklaşık % 80 inin CO_2 katkısıyla oluştuğu tahmin edilmektedir.

- 1997 ' de Japonya ' da yapılan uluslar arası konferansta sera etkisine neden olan gazların azaltılması konusunda anlaşmaya varılmıştır.

- Sera etkisi sonucunda yeryüzünün ortalama sıcaklığı artar. Bu konuda bilgisayar modellemeleriyle yapılan çalışmalarda 3-4 °C lık bir sıcaklık artışının, yağış düzenini aniden değiştireceği kutuplardaki buzulları eritmesi sonucunda okyanusların yükseleceği ve deniz kıyısındaki şehirlerin sular altında kalacağı tahmin edilmektedir.

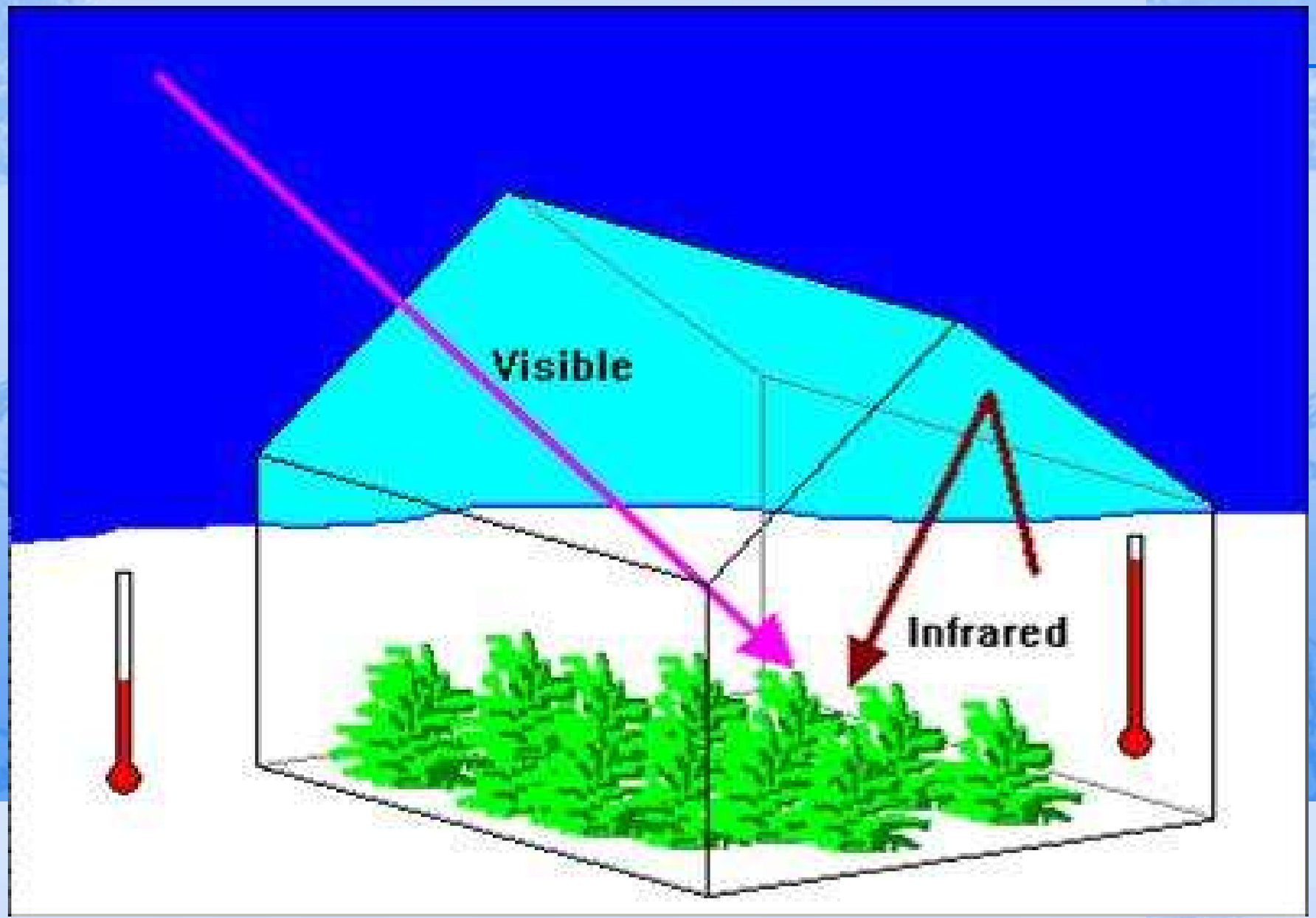
SERA GAZLARI VE KAYNAKLARI

SERA GAZLARI	Kimyasal formül	Endüstri önesi derişim	1994 teki derişim	Atmosferde ömrü(yıl)	İnsan faaliyetleri	Küresel ısınma potansiyeli(GWP)
karbondioksit	CO_2	278 000 ppbv	358 000 ppbv	Değişken	Fosil yakıtların yanması	1
metan	CH_4	700 ppbv	1721 ppbv	12,2 +/- 3	Fosil yakıtlar katı atıklar	21 **
nitrozoksit	N_2O	275 ppbv	311 ppbv	120	Suni gübreler Endüstriyel üretim	310
Klorofloro karbon-12	CCl_2F_2	0	0,503 ppbv	102	Sıvı soğutucular ve köpükler	6200-7100 ***
Klorofloro karbon-22	$CHClF_2$	0	0,105 ppbv	12,1	Sıvı soğutucular	1300-1400 ***
perfbrometan	CF_4	0	0,070 ppbv	50 000	Aliminyum üretimi	6 500
Sülfürhekzaflorit	SF_6	0	0,032 ppbv	3 200	Dielektrik akıskanlar	23 900

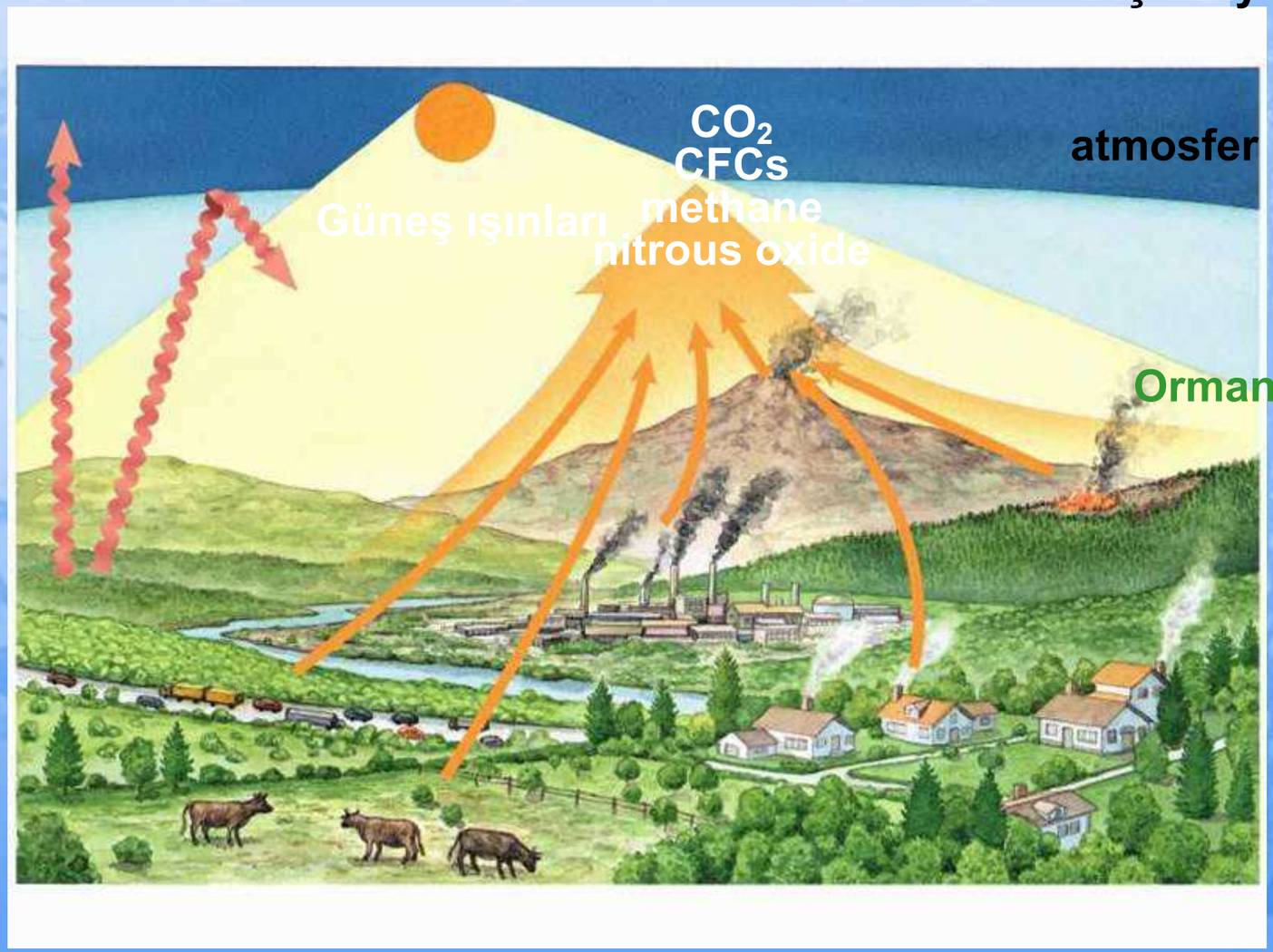
Kyoto Sözleşmesi

- Küresel ısınmaya karşı alınacak önlemleri içeren uluslararası Kyoto Sözleşmesi, 16 şubat 2005'te yürürlüğe girmiştir. Japonya'nın eski imparatorluk başkenti Kyoto'da Nisan 1997'de imzalanan ve şimdiye kadar 140 ülke tarafından onaylanan Uluslararası Kyoto iklim sözleşmesi, taraf ülkelerin sera etkisine yol açan gazların havaya karışmasını engelleyecek ya da azaltacak önlemler almasını gerektirmektedir. Bu tür gazların en çok havaya karışmasına neden olan ülke ABD ise sözleşmeye imza koymuştur, ancak ekonomik gerekçelerle onaylamaya yanaşmamaktadır. Kyoto Sözleşmesi, sanayi ülkelerini başta karbondioksit (CO_2) olmak üzere dünyanın ısınmasına yol açan gazların emisyonunu sınırlandırmak zorunda bırakmaktadır.
- **Fosil Yakıtların kullanımına kısıtlama**
- Sözleşme, başta petrol olmak üzere fosil yakıtların kullanımına kısıtlama getirilmesini gerektirmektedir. Birleşmiş Milletler'e göre, atmosferdeki karbondioksitin yüzde 80'i, fosil enerji kaynaklarının ulaşım, ısınma ve sanayi alanlarında kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Sözleşmede, Kuzey'in sanayi ülkelerinin gaz emisyonunun 2012 yılına kadar 1990 yılına göre yüzde 5,2 azaltılması öngörülmektedir. Bu amaçla her ülkeye kota konmaktadır. Ancak ABD bu sözleşmeye uymadığı için, gaz emisyonundaki azalma yüzde 5,2 yerine ancak yüzde 2 olabilecektir.
- Sera etkisine yol açan gaz salınımının yüzde 36,1'inden tek başına sorumlu olan ABD ile yüzde 2.1'inden sorumlu Avustralya protokolü imzaladılar, ancak onaylamamaktadırlar.
- Rusya'nın da protokole dahil olmasıyla birlikte sera etkisine yol açan gaz salınımında yüzde 61 düzeyindeki sorumlu ülke katılımına erişilmiştir. Atmosferdeki sera gazı birikimlerini, insanın iklim sistemi üzerindeki tehlikeli etkilerini önleyecek bir düzeyde tutmayı amaçlayan protokole göre, sanayileşmiş ülkelerin 2008-2012 yılları arasında, iklim dengesi üzerinde tehdit oluşturan başta karbondioksit olmak üzere gaz salınımlarını 1990 seviyesinin yüzde 5.2 altına çekmeleri gerekmektedir.
- Kyoto Protokolü'ne, bugüne kadar 39'u sanayileşmiş 141 ülke onay vermiştir.
- **Türkiye ise indirim taahhüdünde bulunmamıştır.**

Sera Etkisi



Sera Etkisi


Dış uzay
atmosfer
CO_2
CFCs
methane
nitrous oxide
Güneş ışınları
Orman yangınları

ASİT YAĞMURLARI

Doğal yağmur suyunun pH sı havadaki CO_2 nin suyla tepkimesinden dolayı 5,5 civarındadır. Atmosferik kirliliklerin etkisiyle bu değer pH=2 ye kadar düşebilir. Bu tür yağmurlara asit yağmuru denir. CO_2(suda) dan daha kuvvetli asidik maddelerin yağışla yeryüzüne ulaşması bunun başlıca sebebidir. En fazla görüleni SO_2 ve NO_2 dir. Asit yağmurları en fazla sanayileşmiş bölgelerde ve fosil yakıtların yakılmasıyla oluşur.

Bunun birinci sebebi SO_2 nin suda daha çok çözünmesidir. SO_2 nin Henry kanunu sabiti 1,2mol/L.at olmasına karşın CO_2 nin ki $3{,}38.10^{-2}$ mol/L.at dir. $C=k.P_{gaz}$

İkinci olarak SO_2 nin birinci asitlik sabiti CO_2 ninkinden çok yüksektir.

$SO_2(suda) + H_2O \Leftrightarrow H^+ + HSO_3^-$ $\quad Ka_1 = 1{,}7.10^{-2}$

$CO_2(suda) + H_2O \Leftrightarrow H^+ + HCO_3$ $\quad Ka_1 = 4{,}45.10^{-7}$

Asit yağmurları asidik gazların havanın oksijeniyle yükseltgenmesinden de oluşur.

$SO_2 + 1/2O_2 + H_2O \rightarrow [2H^+ + SO_4^{=}]_{suda}$ Bu tepkimeler birkaç adımda oluşur.

$2NO_2 + 1/2O_2 + H_2O \rightarrow 2[H^+ + NO_3^-]_{suda}$

Cl^-, NH_4^+, Ca^{+2} gibi iyonlar da asit yağmurları oluştururlar. Asit yağmurları içinde en fazla sülfürik asit ondan sonra nitrik asit , üçüncü olarak da hidroklorik asit gözlenmiştir.

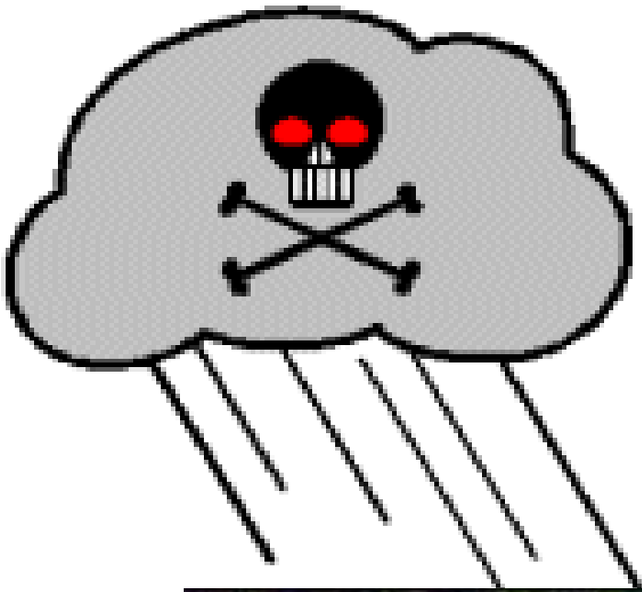
Asit yağmurları 1964 -74 yıllarında Amerika'da pH 4-4,2 aralığında gözlenmiştir.

Asit yağmurlarının etkileri aşağıdaki gibi sıralanabilir

- Aşırı derişimlerde Bitki örtüsünde doğrudan zehirleme etkisi gösterir.
- Topraktaki Al bileşiklerini çözerek Al^{+3} ün serbest hale geçmesini sağlamak suretiyle dolaylı zehirlenmeye neden olabilir.
- Asitliğe duyarlı ormanları yok edebilir.
- İnsan ve hayvanlarda nefes almayı zorlaştırır.
- Göllerde asidik ve toksik etki göstererek canlı hayata zarar verir.
- Korozyona neden olur,
- Kireçtaşlarını çözerek atmosfere CO_2 salınımına neden olur.
- $CaCO_3 + 2\ H^+ \rightarrow Ca^{+2} + CO_2(g) + H_2O$

Asit Yağmurlarının Ormanlara ve Göllere etkileri





Asit Yağmurlarının Ormanlara ve Göllere etkileri





FOTOKİMYASAL DUMAN

- *Benzinli ve dizel taşıtların egzoz gazlarından kaynaklanan yanmamış hidrokarbon ve azot oksitleri emisyonlarının kirlettiği havada kuvvetli güneş ışığının etkisiyle gerçekleşen fotokimyasal tepkimenin oluşturduğu duman.*
- **Fotokimyasal duman oluşumu için tipik bir zincir tepkimesi**

Başlangıç (güneşte, yüksek reaktif hidrokarbon derişiminde)	Çoğalma (reaktif hidrokarbonu yükseltgenmiş ürünlere dönüştürür)	Sonlanma (güneş batarken baskındır)
$RH + O_2 \xrightarrow{O_3} R' + HOO'$ $HOO' + NO \xrightarrow{[O]} HO' + NO_2$ $NO + NO_2 + H_2O \rightarrow 2\ HONO$ $HOO' + NO_2 \rightarrow 2\ HONO + O_2$ $HONO + h\nu \rightarrow HO' + NO$ $(\lambda = 290\text{-}400\ nm)$	$HO' + RH \rightarrow H_2O_2 + R'$ $R' + O_2 \rightarrow ROO'$ $HOO' + RH \dashrightarrow H_2O_2 + R'$	$R' + R' \rightarrow R - R$ $HO' + R' \rightarrow ROH$

İlk olarak Los Angeles te tanımlanmış daha sonra da Tokyo, Meksiko City, Londra gibi büyük kentlerde görülmüştür. En fazla Yaz aylarında düşük nemli ortamda 22–35 °C arasında oluşmaktadır. Göz tahrişlerine, bitkilerin zarar uğramasına neden olmaktadır. Fotokimyasal duman birincil hava kirleticilerin (kaynaktan doğrudan çıkarak atmosferi kirletirler) kimyasal tepkimeleriyle özellikle azot oksit ve hidrokarbon buharının güneşli havada ve havalı ortamdaki fotokimyasal tepkimeleriyle oluşur.

1) Azot oksitler, ışık etkisiyle oksijen atomunu 2) Oksijen atomları, hidroksil radikallerini
3) Hidroksil radikalleri, hidrokarbon radikallerini 4) Hidrokarbon radikalleri, hidrokarbon peroksitleri
5) Hidrokarbon peroksitleri, aldehitleri 6) Aldehitler, aldehit peroksitleri
7) Aldehit peroksitler ise peroksiasetilnitratları (PAN) oluşturur.

FOTOKİMYASAL DUMAN



HAVA

- Hava yeryüzünden itibaren 10 km yukarıya kadar ki bölgede bulunur. Hava hacimce % 0,1 ile 5 arasında su içerir.
- - Kuru havanın bileşenleri % hacim ;
- ana bileşenler
- N_2 : % 78,08 O_2 : % 20,95

- - İkincil bileşenler ;
- Ar : % 0,934 CO_2 : % 0,035

- - Asal Gazlar ;
- Ne : % $1{,}818 \times 10^{-3}$ Xe : % $8{,}7 \times 10^{-6}$

- Kr: % $1{,}14 \times 10^{-4}$ He : % $5{,}24 \times 10^{-4}$

Kuru Havadaki Eser Gazlar

Gaz veya Tür	% Hacim	Ana Kaynak	Atmosferden Uzaklaşma
CH_4	$1,6 . 10^{-4}$	Biyolojik	Fotokimyasal
CO	$1,2.10^{-5}$	Fotokimyasal, insan faaliyeti	Fotokimyasal
N_2O	3.10^{-5}	Biyolojik	Fotokimyasal
$NO_X(NO+NO_2)$	$10^{-10} – 10^{-6}$	Fotokimyasal, ışıma, insan faaliyeti	Fotokimyasal
HNO_3	$10^{-9} – 10^{-7}$	Fotokimyasal	Yağışla yeryüzüne iner
NH_3	$10^{-8} – 10^{-7}$	Biyolojik	Fotokimyasal,Çökmeyle uzaklaşır
H_2	5.10^{-5}	Biyolojik, Fotokimyasal	Fotokimyasal
H_2O_2	$10^{-8} – 10^{-6}$	Fotokimyasal	Yağışla yeryüzüne iner
HO.	$10^{-13} – 10^{-10}$	Fotokimyasal	Fotokimyasal
HO_2.	$10^{-11} – 10^{-9}$	Fotokimyasal	Fotokimyasal
H_2CO	$10^{-8} – 10^{-7}$	Fotokimyasal	Fotokimyasal
CS_2	$10^{-9} – 10^{-8}$	İnsan faaliyetleri, biyolojik	Fotokimyasal
OCS	10^{-8}	Fotokimyasal,İnsan faaliyetleri, Biyolojik	Fotokimyasal
SO_2	2.10^{-8}	İnsan faaliyetleri, Fotokimyasal, Volkanik	Fotokimyasal
CCl_2F_2	$2,8.10^{-5}$	İnsan faaliyetleri	Fotokimyasal
H_3CCCl_3	1.10^{-8}	İnsan faaliyetleri	Fotokimyasal

HAVA KİRLETİCİLER (Kirletici gazlar ve Partiküler Maddeler)

- Atmosferde bulunan gazları 3 kısımda incelemek mümkündür ;
- A) Azot, oksijen, ksenon, argon, neon gibi havada devamlı bulunan ve derişimi pek değişmeyen gazlar.
- B) CO_2 , su buharı, ozon, NO, N_2O gibi havada devamlı bulunan ve kirlilikle derişimi artan gazlar.
- C) Havadaki kirletici gazlar ve partiküler maddeler.
- Kaynaktan çıkışlarına göre kirleticiler; 1 ° kirleticiler ve 2 ° kirleticiler olmak üzere ikiye ayrılırlar ;
- Birincil kirleticiler ; Kaynaktan doğrudan çıkan ve atmosfere karışan SO_2, H_2S, CO_2 ve partiküler maddelerdir.
- İkincil kirleticiler; Atmosferde bir takım reaksiyonlarla sonradan oluşan kirleticiler. NO_2, SO_3, H_2SO_4 , aldehitler ve ketonlardır.

PARTİKÜLER MADDE (PARÇACIK MADDE) (PM)

- Partiküler madde $2x10^{-10}$ m den daha büyük çaplı tek yada bir arada birden fazla tanecik olarak tanımlanır. Yağmur, kar, sis, dolu, çiğ gibi bazı partiküler maddeler doğaldır; duman, is, gibi insan faaliyetleri sonucu atmosfere karışan türleri de vardır. Bazı doğal partiküller insan faaliyetlerinin sonucunda atmosfere karışırlar. Duman ve is fosil yakıtların tam yanma olmadan atmosfere salınan yanma ürünleridir.
- PM terimi; Gaz ya da havada asılı durabilen ya da görünmeyen, katı yada sıvı, toz, kum, kül ve sis gibi parçacıkları ifade eder. Partikül şeklindeki kirleticiler tanecik büyüklüklerine, yoğunluklarına ve kimyasal yapılarına bağlı olarak aerosol, duman, is ve toz olarak adlandırılırlar.

- Aerosol; Gaz ortamında koloidal büyüklükte (10^{-6} – 10^{-9} m çapında) dağılmış katı ya da sıvı tanecikleri ifade eder.

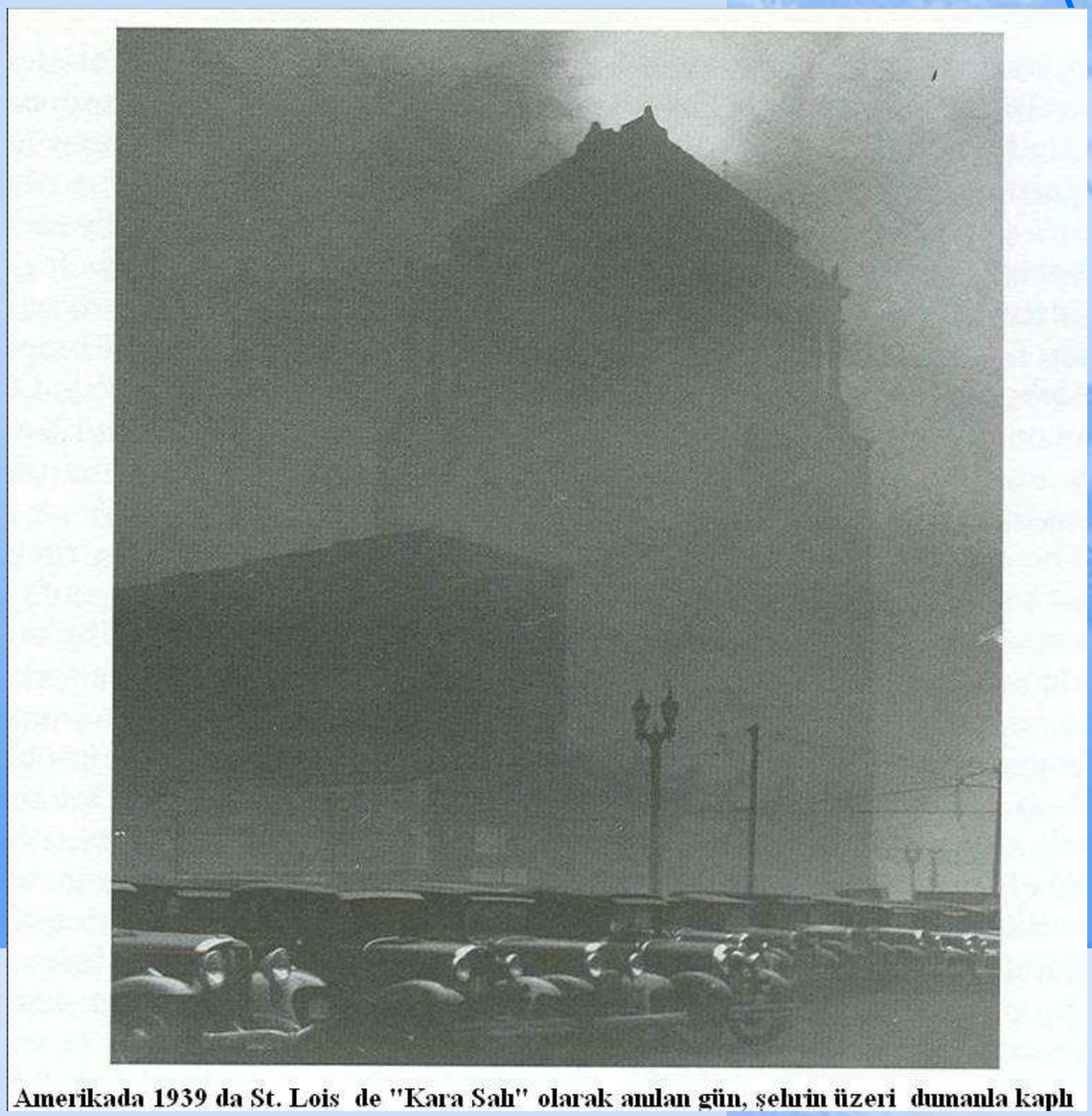
- Duman; Tam yanma olmadığında ortaya çıkan çapları 1 μm ' den küçük Karbon bileşikleri ve yanabilen maddeler içeren karışım.

- İs; Havada dağılan 0,5 μm ' den küçük ve karbonlu bileşiklerin tam yanmaması ile oluşan gaz-katı karışımı.

- Toz; Boyutları 1 – 10 μm arasında olan gaz ortamında (havada) geçici olarak asılı olarak bulunan taneciklerdir.

Endüstriyel Duman
“Black Tuesday” St. Louis 1939





Amerikada 1939 da St. Lois de "Kara Salı" olarak anılan gün, şehrin üzeri dumanla kaplı

Duman



Partiküler Madde Kirliliği



Toz bir partiküler madde olarak sınıflandırılır.

Bir Çimento Fabrikası' ndan Çıkan Tozların Bileşimi :

- Dört farklı zamanda alınan örnek ;

Bileşim		1	2	3	4
% Al_2O_3	8,5	8,2	5,2	7,7	
% CaO	26,7	31,3	21,7	47,6	
% Fe_2O_3	4,4	4,5	3,7	7,9	
% SiO_2	29,0	31,6	23,3	28,9	
Cd (ppm)	80,9	83,1	100,4	64,8	
Cr (ppm)	152,3	185,8	260,1	860,8	
Co (ppm)	151,9	171,5	188,6	128,4	
Pb (ppm)	2090,1	2410,2	1392,6	650,9	
Mn (ppm)	755	690,3	643,9	594,6	
Ni (ppm)	466	394	710	605	
Ag (ppm)	27,8	44,8	18,1	43,8	

İNORGANİK PARTİKÜLLER

Partiküler madde halinde 1 $\mu g/ m^3$ den fazla olan başlıca eser elementler ; Alüminyum, Kalsiyum, Karbon, Demir, Potasyum, Sodyum, Silisyum dur. Daha az miktarda bulunanlar ; Bakır, Kurşun, Titan, Çinko, en az miktarda olanlar ise ; Antimon, Berilyum, Bizmut, Kadmiyum, Kobalt, Krom, Sezyum, Lityum, Mangan, Nikel, Selenyum, Stronsiyum, Vanadyumdur.

Al, Fe, Ca, Si; Toprak erozyonu, kayaların tozlaşması, kömürün yanması

C; Karbonlu yakıtların tam yanmaması

Na, Cl; Deniz suyu aeresolü, organo halojenür polimerlerinin yakılması

Sb, Se; Kömürün, petrolün yakılmasıyla

S; Petrol atıklarının yakılmasıyla

Zn; Yanma ile

Pb; Kurşun içeren yakıtların ve kurşunlu benzinin yakılması ile

ASBEST

Asbest; lifli silikat minerallerinin bir grubuna verilen addır. Ortalama, yaklaşık formülü $Mg_3P(Si_2O_5)(OH)_4$

Asbestin yanmazlığı, kullanılışlığı, gerilme direnci dolayısıyla Asbest çoğu yapı malzemelerinde, fren balatalarında, boru yapımında kullanılmaktadır. İleri teknoloji kullanan ülkelerde havadaki partiküllerin kanserojen etkisi nedeniyle asbest kullanımı gitgide azaltılırken, daha geri teknolojilerin kullanıldığı ülkelerde artmaktadır.

UÇUCU KÜL

Fosil yakıtlarının yanması ile çoğu mineral partikülü atmosferi oksitleri halinde kirletirler. Küçük partiküllerin bir kısmı yanma ortamında kalırken bir kısmı da atmosfere karışır. Kül yanma ürünlerine göre çeşitlilik arz ederken genelde Alüminyum, Kalsiyum, Demir ve Silisyum oksitlerinden meydana gelir.

Ayrıca Cıva, yüksek buhar basıncı nedeniyle, hem metali hem de bileşikleri ile hava kirliliğine neden olur.

KİRLETİCİ GAZLAR

ORGANİK KİRLETİCİ GAZLAR

Hidrokarbonlar, Aldehitler, Ketonlar ve diğer organik gazlar (Benzen,Benzo-a-pyrene)

Organik hava kirleticilerin bir kısmı doğrudan kaynağından çıkarak atmosfere karışırken bir kısmı da atmosferdeki bir takım tepkimelerle meydana gelirler. Bir kısım organik kirleticiler doğal kaynaklardan yayılırlar. İnsan eylemlerinden kaynaklanan hidrokarbonlar atmosferdeki toplam hidrokarbonların ancak 1/7 sidir. Organik maddelerin sudaki parçalanmaları sırasında anaerobik bakteriler tarafından atmosfere çok büyük miktarda metan salınır. Ayrıca toprak ve çökeltiler de atmosfere metan salınmasına katkıda bulunurlar.

$2\ \{CH_2O\}$ (bakteri) $\rightarrow CO_{2(g)} + CH_{4(g)}$

Troposferde 1,4 ppm metan bulunmaktadır. Troposferdeki metan CO ve O_3 ün fotokimyasal üretimine katkıda bulunmaktadır.

Bitki örtüsü atmosferik hidrokarbonların önemli kaynaklarındandır. Atmosferdeki 367 organik bileşik türü bitki örtüsü tarafından oluşturulur. Bunlardan etilen, terpenler, esterler başlıcalarıdır.

İnsan eylemlerinden kaynaklanan organik hava kirleticiler de hidrokarbonlar, aromatik hidrokarbonlar, aldehitler, ketonlar, alkoller, fenoller, oksitler, karboksilik asitler, organohalojenür bileşikleri, organosülfür bileşikleri, organoazot bileşikleri olarak sıralanabilir.

İNORGANİK KİRLETİCİ GAZLAR

İnorganik kirletici gazların çoğu insan eylemlerinin bir sonucu olarak atmosfere karışır.

Bunların başlıcaları CO, SO_2, NO ve NO_2 dir.

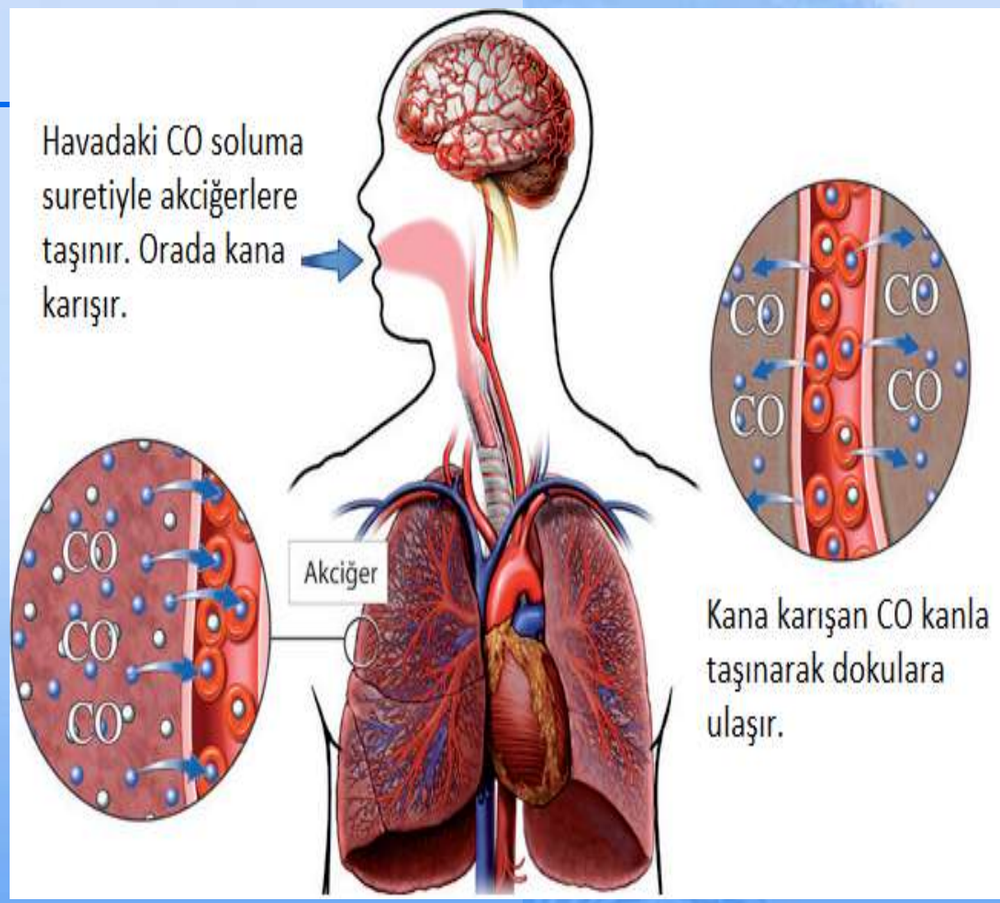
CO

Karbon monoksitin bazı bölgelerdeki yüksek derişimde bulunması önemli sağlık sorunlarına neden olur. Atmosferdeki toplam derişimi 0,1 ppm civarındadır. Atmosferde kalma süresi 36 ile 110 gün arasındadır. Bunun çoğu metanın hidroksil radikaliyle yükseltgenmesinde ara halde bulunur.

Klorofil sonbahar aylarında atmosfere CO bırakır, bu da yıllık miktarının % 20 sine karşılık gelir.

İnsan kaynaklı olarak ta CO nun % 6 sı atmosfere salınır. Geri kalan CO in kaynağı tam olarak bilinmemektedir.

CO in yerleşim bölgelerindeki derişimi motorlu taşıtlardan ve ısınma amacıyla fosil yakıtların yanmasından kaynaklanmaktadır. Günün hareketli saatlerinde CO derişimi 50- 100 ppm kadar yükselebilmektedir. Bu da oldukça önemli problemlere neden olabilmektedir.



CO soluma yoluyla akciğerlere ulaşır. Oradan kana karışır. Kandaki hemoglobinle tepkimeye girerek oksihemoglobini karboksihemoglobine çevirir. Karboksihemoglobin oksihemoglobinden daha kararlı olduğundan hemoglobinin oksijeni vücut dokularına taşıması engellenmiş olur.

$O_2Hb + CO \rightarrow COHb + O_2$

SO_2

SO_2 renksiz, keskin kokulu reaktif bir gaz olup, kömür, fuel-oil gibi kükürt içeren yakıtların yanması sırasında, soda, sülfürik asit, selüloz üretimi sırasında, metal ergitme işlemleri sırasında, petrol rafinerilerinin üretiminde oluşarak atmosfere karışır.

SO_2 ve ince partiküler maddelere uzun süreli maruz kalma solunum hastalıklarına, akciğerin savunma mekanizmalarına zarar verdiği gibi, mevcut kalp hastalıklarının da kötüleşmesine sebep olur.

Kömürün yakılması sırasında SO_2 nin atmosfere karışmasını engellemek için ortama kireç eklemek

$CaCO_3$ + ısı → $CaO + CO_2$ (g)

(Kireç Taşı)

$CaO + SO_2$ → $CaSO_3$ (k)

NO_x

Renksiz, kokusuz NO ile keskin kokulu, kırmızı-kahve renkli NO_2 önemli hava kirleticilerdendir.

Toplam olarak NOx olarak adlandırılan bu gazlar, atmosfere doğal kaynaklardan ve kirletici kaynaklardan karışır. Bölgesel olarak NO_2 artışı hava kalitesini kötüleştirir. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan NOx fosil yakıtların yakılmasıyla atmosfere karışır. Motorlu taşıtlardaki yanma olayları esnasında yüksek sıcaklıkta

$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ tepkimesi meydana gelir.

NO, NO_2 den daha az toksik ve biyokimyasal olarak daha az aktiftir. Karbon monoksitten daha az da olsa NO da hemoglobinin O_2 taşıması olayını engeller.

HAVA KİRLİLİĞİNİN KAYNAKLARI

- Doğal Kaynaklardan Oluşan Hava Kirliliği
- Deniz yosunlarının ortama verdiği gazlar, yanardağ veya orman yangınlarından atmosfere yayılan zararlı bileşikler, doğadaki biyolojik değişimler sırasında açığa çıkan CO ve CO_2, CH_4, vb.

- İnsan Faaliyetlerinden Oluşan Hava Kirliliği

- Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliği

- Şehirleşme Kaynaklı Hava Kirliliği
- Yakıt kaynaklı
- Trafik kaynaklı

ENDÜSTRİYEL KAYNAKLI HAVA KİRLİLİĞİ

Endüstriyel kaynaklı hava kirliliği yanlış yer seçimi, yeterli tedbir alınmadan gaz ve tozların havaya bırakılması, yanlış veya eksik teknolojilerin seçiminden kaynaklanmaktadır. Kirlenmiş şehir havasında yer alabilen toz, gaz, duman, ve aerosol halinde uçuşarak insana zarar verebilen başlıca kirleticiler :

Sülfür oksitler

CO

Çeşitli ağır metaller

Karbon partikülleri

Ozon

Doymamış hidrokarbonlar

Aldehitler

Ve hatta çeşitli kanserojen maddelerdir.

ŞEHİRLEŞME KAYNAKLI HAVA KİRLİLİĞİ

Yakıt Kaynaklı Hava Kirliliği:

Yakıt, esas olarak C, H ve O 'den oluşmaktadır. Bunlara ilave olarak daha az oranlarda S, N, Cl ve diğer elementleri de içermektedir.

Normal Şartlarda yeterli yakıcı oksijen ortamında yakıtlar CO_2 ve H_2O ' ya dönüşürler. (tam yanma olursa) Ayrıca az miktarda bulunan S, N ve diğer elementler oksitlerine dönüşürler. Eğer yanma tam olarak gerçekleşmez ise, açığa çıkan gazlar içinde CO, CH_4 ve katran oranı artar.

Katı Yakıtlar:

Mol kütlesi 500000 akb ye kadar varabilen karmaşık bir karbohidrat olan selüloz, bitkilerin temel yapıtaşlarıdır. Bitkiler havasız ortam bakterileri tarafından parçalandığında O ve H atomları uzaklaşarak maddenin karbon içeriği zamanla zenginleşir.

Turba→linyit(%32 C) → yarı bitümlü kömür(%40 C) → bitümlü kömür(%60C)→taş kömürü(%80 C)

Bu olayın antrasit'e kadar ulaşması yaklaşık 300 milyon yıl alır. Buna göre kömür C, H, O ve az miktarda N, S ve diğer mineralleri içeren bir organik kayadır.

Türkiye ' deki katı yakıtların büyük kısmını oluşturan linyitlerin ya da linyit kömürlerinin, yüksek nem, yüksek kükürt, yüksek kül içerdikleri, düşük ısı değerine sahip oldukları bilinmektedir.

Türkiye linyitleri bu özellikleriyle yanma sonucunda yüksek miktarda SO_2 gazının havaya karışmasına sebep olmaktadır. Ayrıca linyitlerin kırılgan olması nedeniyle ince taneciklere ayrışarak tozlaşması ve havaya karışması ile partiküler hava kirliliği ortaya çıkmaktadır.

Sıvı Yakıtlar:

Eski denizlerde yaşayan bitki ve hayvanlar deniz dibine çökmüşler ve bakterilerce bozunmuşlardır ve üzerleri kum ve çamurla kaplanmışlardır. Kum ve çamur zamanla kum taşına dönüşmüştür. Sıcaklık ve kumtaşı kayalarının uyguladığı basınç organik maddeleri petrol ve doğal gaza çevirmiştir. Bu birikim 250 ile 500 milyon yılda oluşmuştur.

Petrolün fraksiyonlarından biri olan Çeşitli tiplerdeki fuel-oil' lerin yüksek oranda kükürt içerikleri nedeniyle, yanmaları esnasında havaya fazla miktarda SO_2 karışmaktadır.

Gaz Yakıtlar:

Tipik bir doğal gaz yaklaşık %85 metan (CH_4), % 10 etan (C_2H_6), %3 propan(C_3H_8) ve az miktarda diğer yanıcı olan ya da olmayan maddeler içerir.

Taşıma ve yakma kolaylığı, yüksek ısı değeri, katı içermemesi, kirletici bileşenlerin az olması veya kolay arındırılabilmesi, çok düşük hava ile yakılabilmesi, gaz yakıtlarını hava kirliliğini önlemede tercih edilebilir hale getirir.

Trafik Kaynaklı Hava Kirliliği

Petrolle çalışan motorlar atmosferdeki, toprak ve yüzey sularındaki kirlilikten kısmen sorumludur. Hidrokarbonların tam yanması için gerekli oksijen miktarını sağlayacak doğru yakıt/hava karışımı gereklidir. Soğuma gerçekleşmeden önce yanma tepkimesinin tamamlanabilmesi için yeterli süre mevcuttur. Egzoz gazları birincil hava kirleticileri içerir. NOx, CO ve yanmamış HK.

Havadaki azotun motordaki yüksek sıcaklık ve yüksek basınç altında tepkimesiyle Azot oksit oluşur.

$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$

NO egzoz gazlarıyla motoru terk ederken oksijenle tepkimesi sonucu

$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$ meydana gelir.

Pistonun silindirdeki geri çekilmesi esnasında genleşme olur, basınç ve sıcaklık düşmeye başlar ve NO oluşumu durur.

Petroldeki bazı N bileşikleri de yandıklarında NO , CN ve NH_3 e dönüşür.

Doğru hava /yakıt karışımıyla CO oranı en aza indirilebilir. Hava %21 O_2 içerdiğinden Ortalama 3 C'lu yakıtlar için Hava /yakıt oranı 14,7/1 dir. Eğer yakıt oranı daha zengin olursa CO_2 kadar da CO oluşabilir, ayrıca CO_2 nin termal ayrışmasıyla da CO meydana gelir.

$CO_{2(g)} \Leftrightarrow CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$

Bütün bu nedenlerden dolayı CO daima hacimce %1-2 civarında silindirde bulunur.

Dizel motorlarda ise benzinli motorlardakinden daha yüksek sıkıştırma oranlarından ve düşük hava/yakıt oranlarından dolayı daha verimli ve daha güçlüdür. Mazot ve hava silindire püskürtülmeden önce ön karıştırmaya tabi tutulmaz ve de ateşleme yapılmaz. Hava önce silindirde sıkıştırılır ve çok ısınır, Mazot sıcak havanın içine püskürtülür ve patlama meydana gelir. Bundan dolayı dizel motorlar gürültülü çalışırlar. Düşük yakıt oranından dolayı egzoz da CO ve yanmamış HC oranı daha düşüktür. Yüksek sıcaklık ve basınçtan dolayı NO daha yüksektir. İsli parçacıklar bu motorlarda ciddi problemdir, bu is parçacıkları yanmamış HK' lara adsorbe olarak yanma sırasında PAH oluşumuna neden olurlar.

- Benzinin oktan sayısını ayarlamak, vuruntuyu azaltmak ve motor performansını iyileştirmek için benzine kurşun tetraetil veya kurşun tetrametil ilave edilmektedir.

- Kurşunlu benzinin yanması sonucu egzozdan atmosfere atılan kurşunun %70-75'i inorganik kurşun bileşikleri ve %1'de organik kurşun bileşikleri halindedir. %20-25 de egzoz sistemi içerisinde veya motor yağında kalır. Yanma sonucu inorganik Pb_2, $PbC1_2$, $PbBr_2$, PbBrC1, Pb(OH)Br, Pb(OH)Cl, $(PbO)_2PbBr_2$, $PbOPbBr_2$, $(PbO)_2PbBrC1$ gibi kirleticiler yanında organik maddelerle klorlu maddeler bileşerek klorlu ve bromlu organo halojenli (dioksin, furan gibi) bileşiklerde oluşur. Ayrıca, aracın deposu benzinle doldurulurken yakıt tankında veya motor karbüratöründe bulunan benzin buharı ile birlikte alkil kurşun bileşikleri de serbest hale geçerek atmosfere karışır.

HAVA KİRLİLİĞİNİN AZALTILMASI

1) Yakıtların Islahı : (İyileştirilmesi)

Katı yakıtlardan en yaygın olarak kullanılan linyitin ıslahı kükürt oranının düşürülmesi, kül oranının düşürülmesi, ısı değerinin yükseltilmesi, yanma özelliklerinin arttırılması ile yapılabilmektedir. Kömürün yıkanması yoluyla yukarıdaki amaçlara katkıda bulunmuş olur. En az hava kirleticiye neden olan doğal gazın kullanılması hava kirliliğinin azalmasını sağlar.

2) Yakma Sistemlerinin Kontrolü:

Hava kirliliğine sebep olan kirleticileri yanma ortamında çeşitli yollarla tutmak mümkündür. Örneğin yanma ortamına kireç taşı ilavesi yoluyla SO_2 'nin havaya karışan miktarı azaltılabilir.

$CaCO_3$ (Kireç Taşı) + ısı → $CaO + CO_2$ (g)

$CaO + SO_2 \rightarrow CaSO_3$ (k)

Yanma odası koşulları düzeltilmek suretiyle NOx oluşumunda önemli boyutlarda kontrol altına alınabilir.

3) Benzinli araçlarda kurşunsuz benzin kullanımının yaygınlaştırılması Pb' dan kaynaklanan hava kirliliğinin önemli miktarda azaltmaktadır.

Taşıtlardan kaynaklanan CO_2 ' in yaklaşık % 50 ' si atmosferde sera etkisi yaratmaktadır. Karbüratördeki benzinin buharlaşması nedeni ile özellikle sıcak havalarda motor emisyonunun %5 – 10 ' u atmosfere karışmaktadır. Araçların optimum şartlarda çalışmaması dolayısıyla ortaya çıkardığı hava kirliliği motorun bakımlarının sürekli kontrol edilmesi yoluyla azaltılabilir.

4) Katalitik dönüştürücüler

Katalitik dönüştürücüler motorlu araçlarda CO ve NO çıkışını azaltır. Platin veya rodyumdan oluşan katalizörler kullanılır. Platin yanmamış hidrokarbanların oksijenle tam yanmasını sağlar. Rodyum ise CO ve NO yu CO_2 ve N_2 ye dönüştürür. Ancak kurşun katalizörleri etkinliğini bozduğu için ancak kurşunsuz benzinler yakıt olarak kullanılır.

$$C_5H_{12}(\text{pentan}) + 8O_2 \xrightarrow{Pt} 5CO_2 + 6H_2O$$

$$2CO + 2NO \xrightarrow{Rh} 2CO_2 + N_2$$

5) Planlı Yapılaşma:

Kış mevsimi boyunca daha fazla görülen ve sağlık koşullarını zorlayan hava kirliliğinin diğer nedenleri de çarpık kentleşme, yer yer yüksek yapılaşma, rüzgar yönünün yeterince değerlendirilememesi, kentin topografik yapısıdır.

Kentsel alan kullanımında doğru yer seçimi, kent üzerindeki hâkim rüzgâr ve güneş yönünün değerlendirilmesi, gerekmedikçe yüksek yapılaşmalara yer verilmemesi muhtemel hava kirliliğinin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır.

Binaların konumlandırılmalarında güneş yönünün iyi değerlendirilmesi ve ısınma ve aydınlanmanın güneş ışığı ile ne fazla oranda sağlanabilmesi, tasarruf sağlayacağı gibi hava kirliliğini de daha azaltacaktır.

Kent mekânlarında yer alan yeşil alanlar O_2 üretimi, CO_2 harcaması, toz zerreciklerini filtre etmesi, bazı gazları tutması sebebi ile hava kirliliğinin azaltılmasına yardımcı olurlar.

6) Fabrikalardan çıkan baca gazlarının filtre edilmesi, tozların tutulması, endüstriyel kaynaklı hava kirliliğini azaltmada önemli katkıda bulunur.

HAVA KALİTESİNİN TAYİNİ

- Hava kalitesinin tayininde temiz havanın tanımlanma güçlüğü vardır. Temiz hava denince akla sanayi ve şehirleşmenin getirdiği, ya da artırdığı gazların olmadığı hava denebilir. Bu kirliliğin doğal kaynaklı olabileceği durumlar da vardır. Ayrıca havada da her zaman bir miktarda su buharı vardır.

- Hava kalitesini belirlemede başlıca şu tayinler yapılır ;
- Partikül Tayini
- Gaz Tayini
- Duman Tayini

- **1. Partikül Tayini**

- Partikül tayini çok sayıda yapılmakla beraber burada 3 türü anlatılacaktır.

- 1-Çapı ve kütlesi belli konik bir kapta 30 günde toplanan partiküller tartılır. Bu şekilde bulunan değerler m^2 veya km^2 de partikül yağışı olarak hesaplanır. Bu miktar km^2 başına tonla ifade edilecek kadar büyüktür. Bu şekilde yerçekimiyle yere inebilen partiküller tayin edilir.

- **Örnek :**

- *Çapı 15 cm kütlesi 75 g olan bir partikül tutma kabı bir ay süreyle uygun bir yerde tutulmuş ve bu sürenin sonunda kütlesinin 75,5 g olduğu belirlenmiştir. Buna göre partikül yağışını ton/km^2 cinsinden verin.*

- Toplanan partikül ; 75,5-75 = 0,5 g

- Kabın dip alanı ; πr^2 = 3,14 x (15/2) ^{2} = 177 cm^2

- Partikül Yağışı ; $\frac{0,5\ g}{177\ cm^2} \times \frac{10^{-6}\ ton}{1\ g} \times \frac{1\ cm^2}{10^{-10}\ km^2}$ = 28,2 ton / km^2

- 2-Bir filtreden emilen ve hacmi bilinen hava içinde bulunan partiküllerin kütlesi tartılarak bulunur. Bir nuçe hunisine bir süzgeç kağıdı ve altına da vakum pompası bağlanır. Böylece kısa sürede binlerce litre hava süzülür. Vakum pompasının ortalama saatte süzdüğü hava hacmi bilindiğinden, havanın hacmindeki partiküller tartılarak gravimetrik olarak bulunur. Bunun için filtrenin havayı çekmeden ve hava çektikten sonraki kütlesi hesaplanır. Filtre kullanma metodunda bir analiz için 24 saatlik bir süre yeterlidir.

- ***Örnek :***
- *Kütlesi 15 g olan bir filtreden 24 saat süreyle hava emiliyor. Pompanın başlangıçtaki emiş gücü dakikada 2 m^3 , 24 saatin sonunda emiş gücü ise 1,5 m^3 tür. Filtrenin 24 saat sonundaki kütlesi 15,1 g olduğuna göre, havanın m^3 de partikül miktarı nedir ? $\mu g/m^3$, sonucu ppm cinsinden 0 C da 1 at de veriniz.*
- Pompanın ortalama emiş hızı ; $\frac{2 + 1,5/2}{1 \text{ dk.}} = 1,75 \text{ m}^3/\text{dk.}$
- Pompanın 1 günde emdiği hava ; $\frac{1,75 \text{ m}^3}{\text{dk.}} \times \frac{60 \text{ dk.}}{1 \text{ sa.}} \times \frac{24 \text{ sa.}}{1 \text{ gün}} = 2520 \text{ m}^3/\text{gün}$
- Emilen havadaki partikül miktarı ; 15,1 – 15 = 0,1 g

- m^3 de Partikül miktarı ; $\frac{0,1 \text{ g}}{2520 \text{ m}^3} \times \frac{10^{-6} \mu g}{1 \text{ g}} = 39,7 \mu g / m^3$

- 0 °C da sonucu ppm cinsinden verirsek : 1 mol hava % 20,94 x 32 + % 78,0828x28 + % 0,934x38,94 = 28,93 g (kütle/kütle)

- 28,93 g havada 22,4 L dir.
- x g 1 L
- x = 1,292 g/ L = $1,292.10^3$ g / m^3

- 1 m^3 hava 1000 L

- 1m^3 hava 1292g
- 2520 m^3 hava x
- x = $32,6.10^5$ g

- $32,6.10^5$ g havada 0,1 g PM varsa
- 10^6 g havada x
- x = $3,07.10^{-2}$ = 0,03 ppm PM

- ***3-Asılı Partiküler Madde (PM_{10}):***
- *ß Işını Absorpsiyon Yöntemi:*
- Bir filtre şeridi üzerinde toplanan partiküler maddelerin, ß ışınları absorpsiyonu ve derişiminin dolaylı olarak ölçümüne olanak sağlayan bir yöntemdir. Birim kütle başına ß absorpsiyonu, mevcut numunedeki atom sayısına ve elementlerin kütle numarasına bağlıdır. Bu yöntemle glass-fiber filtre kağıdı kullanılarak saatlik ortalamalar elde edilmektedir.

- ***Örnek:*** *Toplam hacmi 5.10^{-6} m^3 olan küresel tanecikler bir filtre sisteminde toplanıyor. Bu taneciklerin ortalama yarı çapları 8 μm olarak ölçülüyor.*
- *a- Tanecikler arasındaki boşluğu ihmal ederek toplanan tanecik sayısını bulunuz. ($V_{küre}=4/3\pi r^3$)*
- *b- Taneciklerin toplam yüzey alanını hesaplayınız(Kürenin yüzey alanı $S=4\pi r^2$)*
- *c- Tanecik hacminin başlangıçtaki hacminin 1/10 u olması durumunda aynı toplam hacimde toplanan tanecik sayısı, ortalama tanecik yarıçapı, ve taneciklerin toplam yüzey alanı nedir. Sonuçları öncekilerle karşılaştırınız.*

Özellik	I. Durum	II. Durum	Açıklama
V_{toplam}	$5.10^{-6} m^3$	$5.10^{-6} m^3$	sabit
$V_{tanecik}$	$2,15.10^{-15}$ m^3	$2,15.10^{-16}$ m^3	10 kat azal
r	*8 μm*	3,71 μm	~2 kat azal
N(tanecik sayısı)	$2,32.10^9$	$2,32.10^{10}$	10 kat artt
$S_{tanecik}$	$8,04.10^{-10}$ m^2	$1,73.10^{-10}$ m^2	~4 kat azal
S_{toplam}	1,87 m^2	4,01 m^2	~2,5 kat arttı

- a) $V= 4/3\pi r^3 = 4/3 .22/7 . (8.10^{-6}m)^3 = 2,15$
- $2,15.10^{-15}$ m^3 1 taneciğin hacmi ise
- 5.10^{-6} m^3 x =$2,32.10^9$ tanecik
- b) $S=4\pi r^2 = 4.22/7. (8.10^{-6}m)^2=8,04.10^{-10}$ m
- $8,04.10^{-10}$ m^2 1 taneciğin alanı ise
- x=1,87 m^2. $2,32.10^9$ tanecik
- c) Tanecik hacmi $2,15.10^{-15}$ $m^3/10= 2,15.10^{-}$
- $2,15.10^{-16}$ m^3 1 taneciğin hacmi ise
- 5.10^{-6} m^3 x =$2,32.10^{10}$ tanecik
- $2,15.10^{-16}$ $m^3 = 4/3 .22/7 (r)^3$ $r^3=5,13.10^{-17}$. r= 3,71.10^{-6} m.
- $S=4\pi r^2 = 4.22/7. (3,71.10^{-6}m)^2 =1,73.10^{-10}$ m^2.
- $1,73.10^{-10}$ m^2 1 taneciğin alanı ise
- x=4,01 m^2. $2,32.10^{10}$ tanecik
- Daha küçük yarı çaplı taneciklerin hacmi daha küçük ancak toplam yüzey alanları daha büyüktür.

2. Gaz Tayini

Tayin edilecek gazlar havadan ya adsorbe edilerek ya da absorplanarak ayrılır. Adsorpsiyon yüzeyde cereyan eden bir tutunma olayıdır. Bu nedenle geniş yüzeylerde gazlar adsorbe edilirler. Bunun için aktif karbon ya da kimyasal bir maddeyle kaplanmış aktif karbon kullanılır. Kaplanmış aktif karbon yüzeyindeki tutulan gaz ya geri yıkama ile alınır, ve hacmi ölçülür ya da başka bir kimyasal tepkimeye sokularak yüzeyden alınır. Bu tepkimede renkli bir çözelti elde edilirse spektroskopik olarak tayin edilir.

Absorpsiyon metodunda ise hava uygun bir absorplayıcıdan geçirilir. Tayini yapılacak gaz absorplayıcıda ya çözünür veya absorplayıcıyla kimyasal reaksiyona girer. Absorplayıcı katı veya sıvı olabilir. Yıkama şişesi sıvılarda gazların çözünmesi veya kimyasal tepkimeye girmesiyle toplanması amacıyla kullanılır.

SO_2 saf suda, CO_2, N_2 ve O_2 eser oranda tutulur.

Eğer SO_2 ; H_2O_2 ile dolu bir yıkama şişesinden geçirilirse $SO_2 + H_2O_2 \rightarrow H_2SO_4$, H_2SO_4 titrimetrik olarak tayin edilir. Yıkama şişesinden geçirilen havadaki SO_2 miktarı bilinen gaz geçirilerek önceden tespit edilir. Bu oran bilinmeyen SO_2 içeren hava geçirildiğinde hesaplamada kullanılır. Havadaki zararlı gazların derişimleri $\mu g/m^3$ cinsinden verilir. Bazen hacim / hacim ppm olarak verilir.

Ayrıca yukarıdaki gibi Absorplanan gaz numunesi çeşitli cihazlarla da analiz edilebilir.

- **Örnek**
- **0 °C ' da Karbon monoksitin havadaki derişimi 10 mg / m^3 olduğuna göre bunu ppm Karbon monoksit olarak hesaplayınız.**

- 10 mg / m^3 = ? ppm (*CO gaz olduğu için hacim / hacim ppm kullanılır*)

- $\frac{10\ mg\ CO}{1\ m^3\ hava}$ $1m^3$ hava = ? g 1 mol hava ≈ 29 g

- $\frac{10\ mg\ CO}{1\ m^3\ hava}$ $\frac{10.10^{-3}\ g\ CO}{28\ g/mol}$ = $3,57.10^{-4}$ mol

- 1 mol gaz 22,4 L hacim kaplar
- $3,57.10^{-4}$ mol *CO* x L hacim kaplar
- x = $7,99 . 10^{-3}$ L = $7,99.10^{-6}$ m^3

- 1 m^3 de $7,99.10^{-6}$ m^3 *CO*
- 10^6 m^3 de x
- x = 7,99 ppm

Kısa vadeli ve uzun vadeli hava kalitesi sınır değerleri :

HAVA KALİTESİ SINIR DEĞERLERİ

İnsan sağlığının korunması, çevrede kısa ve uzun vadeli olumsuz etkilerin ortaya çıkmaması için, atmosferdeki hava kirleticilerinin bir arada bulunduklarında, değişen zararlı etkileri de göz önüne alınarak tespit edilmiş konsantrasyon birimleri ile ifade edilen seviyelerdir.

Bunlar;

Uzun Vadeli (1 yıllık) Sınır Değer (UVS)

Bir yıl içinde aşılmaması gereken, tüm ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalamasıdır.

Kısa Vadeli (24 saatlik) 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 kapsamaktadır.

Kış Sezonu Ortalaması Sınır Değerleri

Ekim-Mart kış döneminde ısınmadan kaynaklanan hava kirleticilerinin yerleşim bölgelerinde yapılan ölçümlerinin ortalama değerleridir.

	Birim	KVS	UVS (*)	Kış sezonu
(SO_2) ve (SO_3)				
a) Genel	$\mu g/m^3$	150	400 (900)	250
b) Endüstri Bölgeleri	$\mu g/m^3$	250	400 (900)	
(CO)	$\mu g/m^3$	10000	30000	
(NO_2)	$\mu g/m^3$	100	300	
(NO)	$\mu g/m^3$	200	600	
(Cl_2)	$\mu g/m^3$	100	300	
(HCl) gaz klorürler (Cl^-)	$\mu g/m^3$	-	(240)	
Ozon (O_3)	$\mu g/m^3$	-	140 (280)	
(HC)	$\mu g/m^3$	-	40 (100)	
(H_2S)	$\mu g/m^3$			
(PM)10	$\mu g/m^3$			200
a) Genel	$\mu g/m^3$	150	300	
b) Endüstri Bölgeleri	$\mu g/m^3$	200	400	
PM içinde (Pb) bileşikleri	$\mu g/m^3$	2	-	
PM içinde (Cd) bileşikleri	$\mu g/m^3$	0.04	-	
Çöken tozlarda (Pb) bileşikleri	$\mu g/m^2$ gün	500	-	
Çöken tozlarda (Cd) bileşikleri	$\mu g/m^2$ gün	7.5	-	

- **3. Duman Tayini**
- Duman eskiden beri hava kirlenmesinin bir ölçüsü olmuştur. Hava ne kadar dumanlı (siyah) görünürse, o kadar kirli kabul edilir. Bu pek doğru olmasa bile, halen buna itibar edilir.
- Havadaki duman Ringelmann ölçeğine göre verilir. Bu ölçekte, sıfır numara dumansız havayı, gösterir. 5 numara ise simsiyah bir havayı gösterir.
- Ringelmann ölçeğinde hava dumanı

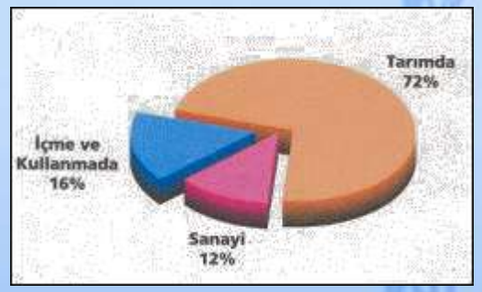
0 %0 beyaz
1 %20 siyah
2 %40 siyah
3 %60 siyah
4 %80 siyah
5 %100 siyah

SU

Doğal çevrenin önemli bir kısmını oluşturan akarsu, göl, denizler ve içme su kaynaklarının çeşitli etkenlerle bozularak canlı hayatın olumsuz yönde etkilenmesi su kirliliği olarak adlandırılır.

Yeryüzündeki Su Kaynakları ;

Su Kaynağı	**Hacim (km ^{3})**
Atmosfer	13.10^3
Denizler	1350400.10^3
Akarsular	$1,7 \times 10^3$
Göller	125×10^3
Tuzlu iç denizler	105.10^3
Toprak suyu	150.10^3
Canlıların su kapsamı	50.10^3
Yer altı suyu	7000.10^3
Buzullar	29000.10^3
Karalarda	$33.341.10^3$



Türkiye'de Su Kaynaklarının kullanımı

Susuz yaşam mümkün değildir. İnsan gıda almadan haftalarca yaşayabilir, fakat su içmeden ancak birkaç gün yaşamını sürdürebilir. Bu yüzden içme ve kullanma suyu sürekli ve güvenilir bir şekilde temin edilebilmelidir. Yeryüzündeki suların çok büyük bir kısmı birbiriyle bağlantı halinde olduğundan herhangi bir bölgedeki değişim ve birikim sistemlerdeki etkileşim aracılığı ile başka bölgelerde etkisini gösterebilir. Bilindiği gibi insanların içme, kullanma, endüstri ve tarımsal sulama gibi gereksinmelerini karşıladıktan sonra nitelik değişimlerine yani kirlenmeye uğramaktadır.

Doğal Suların Özellikleri

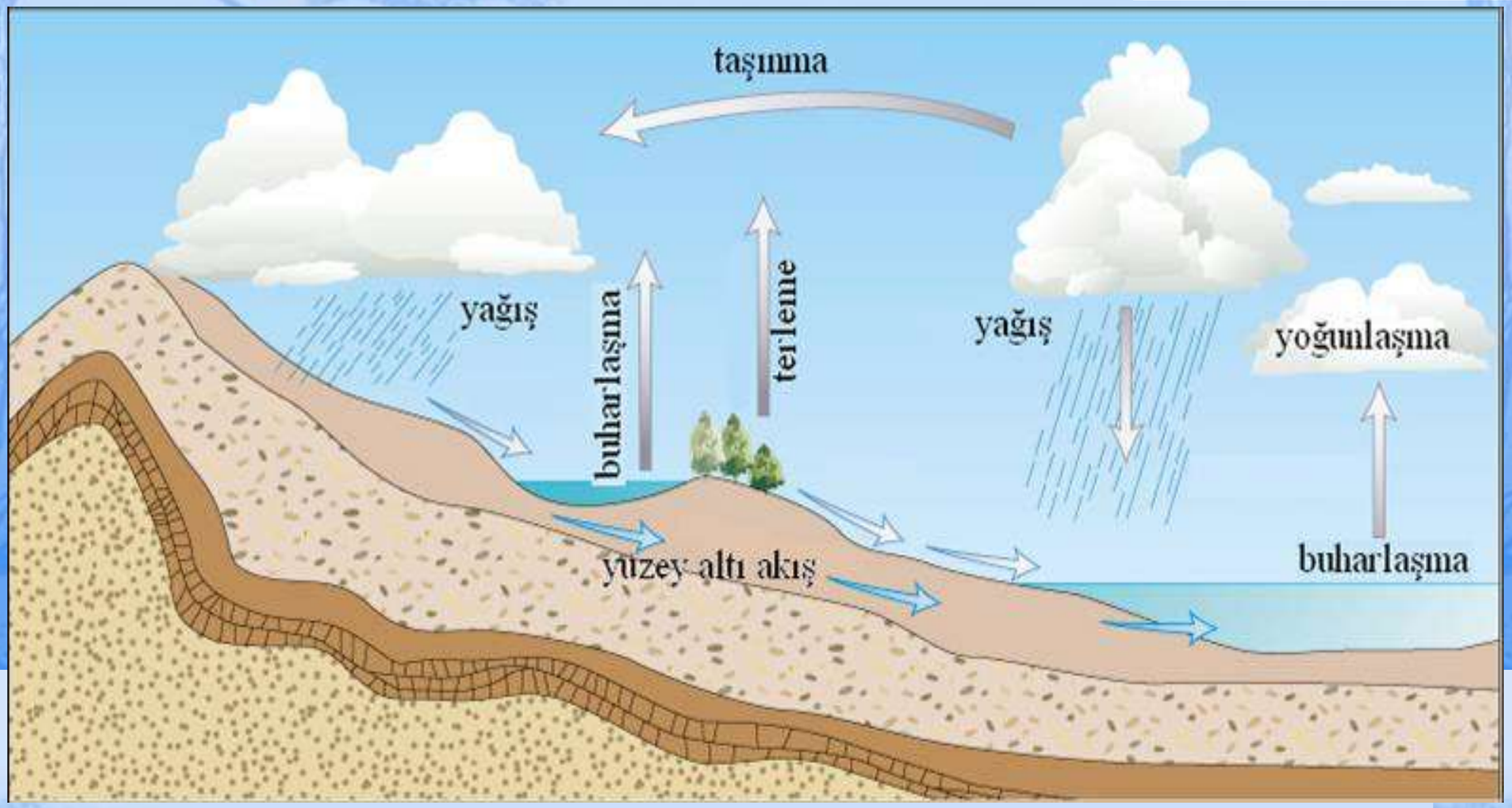
Günlük yaşantımızda karşılaştığımız sular değişik cins ve miktarlarda safsızlık içerir.

Suyun kaynağına göre içerdiği maddeler değişir. Suyun özellikleri ve davranışı saf sudan farklıdır. Doğal sulardan saf suya en yakın olanlar yağmur ve kar sularıdır. Ancak hava kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerde bunu söylemek zordur.

Su çevrimi

Suyun hareketi

- Yüzeyden havaya
- Havadan yüzeye
- Havadan havaya
- Yüzeyde ve altında



Suyun Fiziksel Özellikleri

Su renksiz ve kokusuzdur. Suları renkli gösteren içerdikleri maddelerdir. Geçiş metallerinden özellikle Fe; Mn ve Cr bileşiklerinin suda bulunması suyun renkli görünmesine neden olur.

Suyun kokusu ve tadının kaynağı sularda çözünen inorganik, organik maddeler ile mikroorganizmalardır. İçme sularında koku istenmez ancak lezzet istenir. Genellikle amonyak, sülfürler siyanürler, fenoller, serbest klor, petrol atıkları, bitki ve hayvani atıklar suya hoş olmayan kokular verir.

İçme sularında bulanıklık istenmez, berrak olması istenir. Ayrıca yerüstü sularında bulanıklık güneş ışınlarının suların alt kısımlarına ulaşmasını engeller.

Suların çözünen madde miktarının fazlalığı iletkenlikle doğru orantılıdır. Maden suları iletkenlikleri en fazla sulardandır.

Suyun +4°C de ki yoğunluğu 1 g/ml dir. Su donunca yoğunluğu azalır. 0,9 g/ml olur. Bu da buzun neden suyun üzerinde yüzdüğünü açıklar.

Suyun Kimyasal Özellikleri

Doğal suların pH değerleri içerdikleri maddelere göre değişir. Normal suların pH sı genellikle 6,5 – 7,5 arasında değişir. Asit yağmurlarında pH nın 2,3 e düştüğü görülmüştür. Yer altı sularında CO_3^{-2}, HCO_3^{-2}, CO_2 daha fazla çözündüğünden pH yı da bunlar belirler. Ayrıca sularda çözünmüş Fe^{+2}, Mn^{+2}, Cr^{+3} iyonları sulara asitlik sağlar.

Sularda Mg^{+2} ve Ca^{+2} iyonları sertliğe neden olur. Suların sertliği FS: 10 mg $CaCO_3$ /L, AS: 10 mg CaO /L olarak birimlendirilir.

Sularda ana bileşen olarak Ca^{+2}, Na^{+}; Mg^{+2}; K^{+}, Cl^{-}, SO_4^{-2}, HCO_3^{-} iyonları bulunur. Ayrıca Fe, Cu^{+2}, Mn, Ni, Zn, Co, Cd, Cr, Pb, Hg, Be; Al, As, Se, Rb, Li, I, PO_4^{-3}, NO_3^{-}, B, CN^{-}, H_2S, Pestisitler eser miktarda bulunabilir.

Gazların Sıvılardaki Çözünürlükleri

Suyun içinde gazlar nasıl ve neden çözünür.

Gazlar temas ettikleri sıvılarda genelde yapısı bozulmadan moleküler halde çözünürler. Çözünme miktarları sıcaklığa ve basınca bağlıdır. Gazların sıvılardaki çözünürlükleri Henry Yasası ile verilir.

- **Sıcaklığın Etkisi**

Gazların sıvılarda yoğunlaşarak sıvılaşmaları ısıalan bir tepkime gerektirdiğinden sıvılaşmazlar. Gazların sıvılarda çözünmeleri ısıveren bir işlem olduğundan tercih edilen bir olaydır. Bu yüzden sıcaklık arttıkça çözünmeleri azalır. Isıtılan sudan hava, gaz kabarcıklarının çıkması sıcaklık artışıyla çözünmenin azalmasına örnektir. Soğuk sularda çözünmüş oksijen miktarı, ılık sulardakinden daha fazladır.

- Gazların sıvılardaki çözünürlüğü ile sıcaklık ilişkisi Klasiyus-Klapeyron denklemiyle verilir.
- $\text{Log } C_2/C_1 = (\Delta H/2{,}303\ R)\ (1/T_1 - 1/T$
- Oksijenin diğer sıcaklıklardaki çözünürlükleri aşağıda verilmiştir.

Sıcaklık,°C	0	2	4	6	8	10	14	18	20	22	26	28	30
Çözünürlük, mg/L	14,6	13,8	13,1	12,5	11,9	11,3	10,4	9,5	8,7	8,2	8,2	8,0	7,6

- **Basıncın Etkisi**

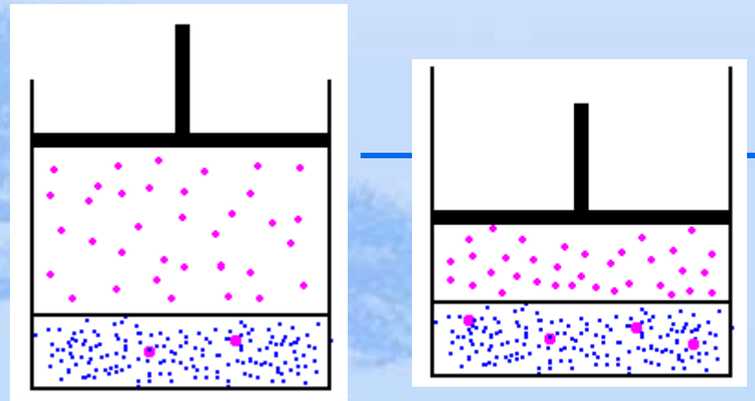
Bir gazın sıvı içerisindeki çözünürlüğüne basıncın etkisi, sıcaklığınkinden çok daha fazladır.

“ Bir gazın çözünürlüğü gaz basıncıyla doğru olarak artar “Bu Henry Yasası olarak bilinir ve

$C = k.P_{gaz}$ ve $P_{gaz} = X_{gaz} . k$ şeklinde ifade edilir.

Pgaz: doymuş çözeltinin üstündeki gazın kısmi basıncı, Xgaz; gazın mol kesri, k; Henry sabiti(sıcaklığa bağlı)

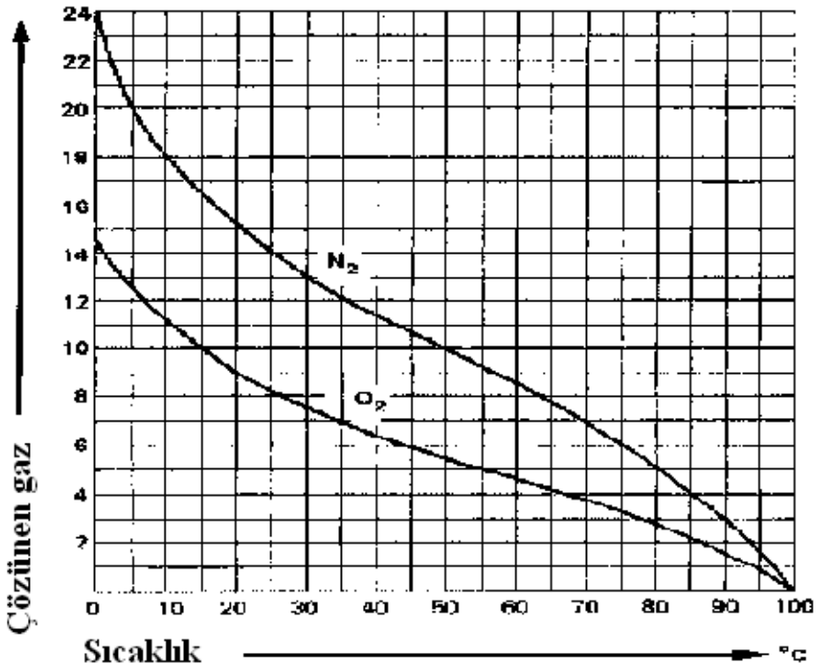
Henry yasası yüksek basınçlarda ve gazın sıvıda iyonlaşması ya da tepkimeye girmesi durumlarında geçerli değildir.



Düşük gaz basıncında çözünen gazlar

Daha yüksek gaz basıncında çözünen gazlar

$O_2(g) \leftrightarrow O_2(suda) + Q$



Oksijen ve Azot gazlarının 1 bar açık hava basıncında sudaki çözünürlükleri (1 bar= 0,987 at)

Bazı gazların 25°C de sudaki Henry sabitleri

Eşitlik	C= k.P	P=k.X
Gaz	Mol/L.atm mg/L.atm	
O_2	1.3×10^{-3}	4.259×10^4
H_2	7.8×10^{-4}	7.099×10^4
CO_2	3.4×10^{-2}	0.163×10^4
N_2	6.1×10^{-4}	9.077×10^4
He	3.7×10^{-4}	14.97×10^4
Ne	4.5×10^{-4}	12.30×10^4
Ar	1.4×10^{-3}	3.955×10^4
CO	9.5×10^{-4}	5.828×10^4

- Bir gazın sudaki çözünürlüğünü hesaplarken suyun kısmi basıncının toplam basınca katkısı nedeniyle bir düzeltme yapılmalıdır. Suyun ilgili sıcaklıktaki basıncı ilgili tablodan bulunarak toplam basınçtan çıkarılmalıdır.

- 25 °C de ve 1 at de havayla doyurulmuş suda oksijenin çözünürlüğünü hesaplayınız.
- Bu sıcaklıkta suyun kısmi basıncı 0,0313 at ve oksijenin kuru havadaki hacimce yüzdesi % 20,95 tir. $K_{O2}= 1,28.10^{-3}$.

- P_T =1 at P_{O2}= (1-0,0313)x0,2095= 0,2029 at.

- $C=K.P_{O2}= 1,28.10^{-3} \times 0,2029= 2,60.10^{-4}$ M.
- $C=2,60.10^{-4}$ mol/L.32 g/mol = 8,32 mg/L = 8,32 ppm.

- **Örnek ;** *N_2 (g) gazının (0 ºC ve 1 at açık hava basıncında) sudaki çözünürlüğü 23,54 mL N_2 / L dir. N_2 (g) gazının çözünürlüğünü 100 mL N_2 / L yapmak için, N_2 (g) basıncı ne olmalıdır.*
- $k_{sabit} = C / P_{gaz}$
- $\frac{23,54 \text{ mL } N_2 / L}{0,78 \text{atm}} = \frac{100 \text{ mL / L } N_2}{PN_2}$ $P_{N2} = 3,31$ atm

- *0 ºC ve 1 atm O_2 basıncındaki O_2 (g) çözünürlüğü 48,9 mL / L dir. Oksijenin havadaki normal kısmi basıncında (0,2095 atm) sudaki doygun çözeltinin molar derişimi nedir?*

0 ºC da 1 atm de O_2 48,9 mL O_2 / L çözelti.

1 mol gaz 0 ºC da 22,4 L

x $48,9.10^{-3}$ L

$x = 2,18 . 10^{-3}$ mol

1 L çözeltide $2,18 . 10^{-3}$ mol O_2 varsa = $2,18 . 10^{-3}$ M

$C = k P$ $k = C/ P$

$\frac{2,18 . 10^{-3} \text{ M } O_2}{1 \text{ atm}} = \frac{C_2}{0,2095}$

$C_2 = 4,57 . 10^{-4}$ M O_2

- *10 °C de $CO_{2(g)}$ nin sulu çözeltisi için k= 1,04.10³ at dir. Çözelti üzerindeki CO_2 nin kısmi basıncı 1 at ise 900 g suda kaç mol CO_2 çözünür? Çözünen gazın miktarı kaç g dır? Gazın Çözünürlüğünü M ve mg/L cinsinden bulunuz.*

- Pgaz = X_{gaz}. K
- 1 at = X_{gaz}. 1,04.10³ at X_{gaz} = 9,62.10^{-4} nH_2O= 900/18 = 50 mol
- =9,62.10^{-4} = 9,62.10^{-4} nCO_2 + 4,81.10^{-2} = nCO_2
- 0,999nCO_2=4,81.10^{-2} nCO_2= 4,81.10^{-2} mol mCO_2= 4,81.10^{-2} mol×44 g/mol = 2,12 g CO_2.
- C= 4,81.10^{-2} mol/ 0,900 L = 5,34.10^{-2} M
- **C= 2,12 g/ 0,900 L = 2,350 g/L = 2350 mg/L = 2350 ppm**

- *Örnek; Havanın hacimce %0,035 CO_2 içerdiği bilinmektedir. Bu gazın 20 °C de sudaki çözünürlüğünü hesaplayınız. 20 °C de k_{CO2} = 1,720 mg/L.at dir. Havanın açık hava basıncı 1 at dir.*

- P_{CO2} = y_{CO2}. P_T = 0,035/100. 1= 3,5.10^{-4} at
- C = k P = 1,720 mg/L.at. 3,5.10^{-4} at= 0,6 mg/L

Su Kirliliği

- Sular çeşitli kirletici etmenlerin katılmasıyla birlikte doğal olmayan bir şekilde fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişiklikler meydana gelmektedir.

- **Su Kirliliğinin Kaynakları**

Kaynak	Açıklama
Kanalizasyon	Organik atıklar ve bazen de endüstriyel atıklar
Yiyecek içecek endüstrisinde yıkama suları	Büyük miktarda, seyreltik karbohidrat, protein ve yağ içeren atık(sudaki çözünmüş oksijeni harcar)
Kağıt, pamuk, deri endüstrilerinin endüstriyel atıklar	Protein, yağ, içeren Organik atıklar (kireç, krom tuzları, Sülfürleri de içerir)
Elektro kaplamalar ve diğer metal endüstrileri	Metal ve siyanür içeren atıklar
Petrokimya, Petrol rafinerisi ve ilaç endüstrisi Doldurulan kıyılar	Çeşitli kimyasal maddeler, kimyasal işlemle gidermek hayli zordur Çeşitli kimyasal madde içeren endüstriyel ve diğer atıklar
Topraktan suya karışan tarımsal atıklar ve gübreler	Çiftçilik işlemleri sırasında küçük alanlarda atık derişimleri. Aşırı miktarda gübre kullanımı, nehirleri nitratlarla kirletir.
Petrol endüstrisi	Gemilerden ve tanker kazalarında yayılan petrol kıyıları tahrip eder.
Asit yağmurları	SO_2 ve NOx lerin atmosferdeki H2O ile birleşmesinden oluşur.
Radyoaktif maddeler	Uranyum ve toryum üretiminde, Nükleer Santrallerde ve endüstriyel, tıbbi ve bilimsel çalışmalarda oluşan atıklar.

- **Organik kirleticiler:** Organik kirleticiler sularda çözünmüş olan oksijeni tüketerek kirlenmeye sebep olan maddelerdir. Böyle maddeler daha çok antropojenik faaliyetler (ev atıkları, hayvan atıkları, gıda fabrikaları atıkları, kâğıt fabrikaları atıkları, mezbaha atıkları, et paketleme atıkları, dericilik atıkları gibi) sonucu sulara karışırlar ve karıştıkları sular durgunsa, bunlar suyun dibinde toplanırlar. Buna sedimantasyon denir. Sedimantasyonla çöken organik maddeler içinde inorganik maddeler de bulunur.
- Akuatik bitki ve hayvanların yaşayabilmesi için sulardaki oksijen derişiminin belirli bir düzeyde olması gerekir. Oksijen derişimi düşüklüğünden en çok omurgalılar (balıklar), ondan sonra omurgasızlar, en az da bakteriler etkilenir. Sıcak sularda canlıların, özellikle de balıkların yaşayabilmeleri için suyun litre'sinde asgari 5 mg (5 ppm derişimde), soğuk sudakiler için ise litrede asgari 6 mg (ppm) çözünmüş oksijene ihtiyaç vardır.

Organik maddelerin aerobik ve anaerobik parçalanmaları sonucu meydana gelen maddeler

Aerobik (Yükseltgenme)	Anaerobik (indirgenme)
$C \rightarrow CO_2$	$C \rightarrow CH_4$
$N \rightarrow NH_3 + HNO_3$	$N \rightarrow NH_3 + R - NH_2$
$S \rightarrow H_2SO_4$	$S \rightarrow H_2S + R - SH$
$P \rightarrow H_3PO_4$	$P \rightarrow PH_3$

Hastalık Yapıcı Mikroorganizmalar(patojenler):

- Patojenler, içme ve kullanma sularına başlıca kanalizasyon sularının temasıyla karışır. Ayrıca ürünlerin kanalizasyon sularıyla sulanmasıyla da bulaşır. Su patojenik (hastalık yapan) mikroorganizmalar için iyi bir taşıyıcıdır. Tifo, kolera, dizanteri, çocuk felci (polio), sarılık (hepatit) gibi salgın hastalıkların mikropları sularla taşınır ve yayılır. Bu nedenle kullanılan suların kalitesinin bakteriyolojik yönden sık sık kontrol edilmesi gerekir. Herhangi bir yerden şehir suyuna karışan lağım suları kısa zamanda dağılır ve salgın hastalıkların meydana gelmesine sebep olur.
- Şehir sularının kontrolü çok zor bir iş değildir. Çünkü böyle kontrollerde yukarıda sayılan salgın hastalıklara neden olan her patojen ayrı ayrı aranmaz. Onların yerine, onların varlığını gösteren indikatör bir bakteri olan koli bakterisi (basili) aranır. Koli bakterisinin tespiti oldukça kolay ve kesindir. Öteki. bakterilerin aranması asgari 24 saat sürer ve bu süre içinde de bakteriler büyük ölçüde yayılmış olur.
- Koli bakterileri insan sindirim sisteminde yaşar ve çoğalırlar. Bunların hastalık yapma özelikleri yoktur ve daima insan dışkılarında bulunurlar. Bir insandan her gün milyarlarca koli basili lağım sularına karışır. Bir suda koli basilinin bulunması, o suyun lağım sularıyla kirlendiğini gösterir. Koli basillerinin doğal sularda yaşama ve çoğalma şansları hiç yoktur. Bunların sularda tespiti, lağım sularının, şehir sularına ne zaman karıştığı hakkında da kaba bir fikir verir.
- Lağım sularındaki organik maddeleri parçalayan her bakteri sağlığa zararlı değildir. Bunlar insan ve hayvan sindirim sistemlerinde yaşayamazlar. Bir ülkede, su şebekelerinin ve kanalizasyon sistemlerinin artması, o ülkede salgın hastalıkların ve salgın hastalıklardan ölenlerin sayılarının azalması anlamına gelir.

- **Sentetik Organik Kirleticiler:**
- Sentetik organik maddeler de suları büyük ölçüde kirletirler. .Bunların üretimi her yıl bir evvelkine göre biraz daha arttığından ve bunlar da çevrede kolay parçalanmadıklarından, sadece sularda değil, genel olarak çevrede ciddi birer sorun haline gelmişlerdir. Sentetik organik maddeler denince akla başlıca:
- Petrol kökenli yakıtlar
- Plastikler
- Plastikleştiriciler
- Elyaflar
- Elastomerler
- İlaçlar
- Deterjanlar
- Pestisitler
- Besin katkı maddeleri
- Çözücüler .
- Yağlı boyalar

- Doğal sularda bulunan su bakterileri tarafından biyolojik olarak parçalanamadıkları gibi atık madde işleme proseslerinde de parçalanmazlar. Bundan dolayı sularda uzun süre kalırlar (plastikler, pestisitler gibi).
- Bazıları suya kötü renk, koku ve tat verirler. Bu durum o suda yetişen balık türleri) olumsuz yönde ve büyük ölçüde etkiler.
- Bunlardan bazıları (petrol atıkları, Pestisitler gibi) çok düşük derişimlerde bile akuatik hayat için son derecede zararlıdır.

- **Bitkilerin Anormal Büyümesine Neden Olan Kirleticiler:**
- Su bitkileri de dâhil, bitkilerin gelişmeleri için çeşitli elementlere ihtiyaç vardır. Bu elementlerin sayısı 15-20 kadardır. Bunlardan özellikle azot ve fosforca zengin sularda su bitkileri aşırı miktarda çoğalır. Buna ötröfikasyon denir. Ötröfikasyon, normal olarak kirlenmemiş doğal sularda da görülen bir olaydır. İnsan faaliyetleri sonucu sulara başlangıçta bol miktarda besin girmesine sebep olur. Bunun sonucu bitkiler (akuatik ekosistem) daha iyi gelişir. Ancak bu gelişme bir yerden sonra zararlı olmağa başlar. Çünkü sulardaki çözünmüş oksijen derişimi azalır. Bu da hayvanların ölmelerine sebep olur. Bununla da kalmaz, böyle sulardan etrafa pis kokular yayılır.

- **İnorganik Kirleticiler:**
- İnorganik madde atıkları da sulan önemli ölçüde kirletir. Bu atıklar başlıca:
- a) Tuzlar
- b) Metaller
- c) Mineral asiller
- d) Mineraller
- dir. Bunların sudaki etkileri başlıca üç gruba ayrılır:
- 1) Asitliğin artması
- 2) Tuzluluğun artması
- 3) Toksikliğin artması

- **SU KALİTESİNİN TAYİNİ**

- Bir suyun kalitesini belirlemek için üzerinde çok çeşitli tayinler yapılabilir. Ancak yaygın olarak kullanılan tayinler üzerinde durulacaktır.
- *1-Çözünmüş Oksijen Tayini*
- *2-Biyokimyasal Oksijen ihtiyacı*
- *3-Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)*
- *4-Toplam Organik madde tayini*
- *5-Katı madde tayini*
- *6- Azot tayini*
- *7- Fosfat tayini*
- *8- Bulanıklık tayini*
- *9- Renk tayini*
- *10- Koku tayini*
- *11- pH tayini*
- *12- Bakteriyolojik tayin*
- *13-İletkenlik Tayini*
- *14- Sertlik Tayini*
- *15- Ağır Metal tayini*
- *16- Toplam Alkalinite*

- **1-Çözünmüş Oksijen Tayini**

- Su kalitesi için en önemli Ölçütlerden birisi suda çözünmüş olan oksijen derişimidir. İçinde çözünmüş oksijen olmayan bir akarsu veya gölde canlı hayat mümkün değildir.

- Oksijen suda normal şartlarda 9 mg/L kadar çözünür. Bu çözünürlük sıcaklık artışıyla azalır. Sudaki çözünmüş oksijen derişimi iki şekilde tayin edilir.

- 1) Winkler metoduyla
- 2) Oksijen probu metoduyla

- Winkler metodu yaklaşık 80 yıldır kullanılan bir metottur. Bu maksatla geliştirilmiş olan diğer metotların doğruluğu, bu metotla kontrol edilir.
- Winkler metodunda geçen başlıca kimyasal reaksiyonlar

- $2Mn^{+2} + O_2 + 2H_2O \rightarrow 2MnO_2 + 4H^+$
- $MnO_2 + 2I^- + 4H^+ \rightarrow Mn^{+2} + I_2 + 2H_2O$
- $I_2 + 2S_2O_3^{-2} \rightarrow S_4O_6^{-2} + 2I^-$

- Bunun için ortama $MnSO_4$, NaOH ve KI ilave edilir. Çözünmüş oksijen Mangan hidroksit $Mn(OH)_2$ çökeltisini daha büyük bir yükseltgenme basamağına (+4 değerli hale) MnO_2 bileşiğine yükseltger. İyodür iyonları varlığında asitlendirme ile yükseltgenmiş Mn^{+4} tekrar iki değerlikli hale Mn^{+2} döner ve çözeltinin çözünmüş oksijenine eşdeğer miktarda iyot açığa çıkar. Açığa çıkan iyot, nişasta indikatörlüğünde standart tiyosülfat ile titre edilerek su numunesinin çözünmüş oksijen konsantrasyonu belirlenir.

- Winkler metodunun bazı dezavantajları.

- 1) Oldukça uzun zamana ihtiyaç gösterir
- 2) Alınan su numunesinde bulunması muhtemel NO_2^-, NO_3^- gibi iyonlar da reaksiyona girer

- Bu istenmeyen reaksiyonlar oksijen elektrodu kullanılarak önlenebilir. ilk kullanılan ve halen de kullanılmakta olan bir oksijen elektrodu şematik olarak Şekil 10.1'de verilmiştir. Elektrodun aslı bir galvanik hücredir. Hücrenin elektrotlarından biri kurşun (anot), öteki gümüştür (katot). Elektrotlarda

- (Pb) $Pb + 2OH^- \rightarrow PbO + H_2O + 2é$ (Anot)
- (Ag) $2é + 1/2\ O_2 + H_2O \rightarrow 2OH^-$ (Katot)

- reaksiyonları cereyan eder. Reaksiyonlar çözünmüş oksijen olmadığı zaman durur. Burada önemli olan husus, probun veya galvanik hücrenin ayarlanmasıdır. Ayarlama Winkler metoduyla yapılır. Probta hasıl olan akım direkt olarak. oksijen derişimiyle orantılıdır. Ticari problarda her elektrot iletken olmayan ve fakat oksijen için geçirgen olan bir membranla kaplanır. Plastikle elektrotlar arasına birkaç damla bir elektrolit çözeltisi konur. Membranlardan geçen oksijenin derişimi, suda çözünmüş oksijenin derişimiyle orantılıdır.

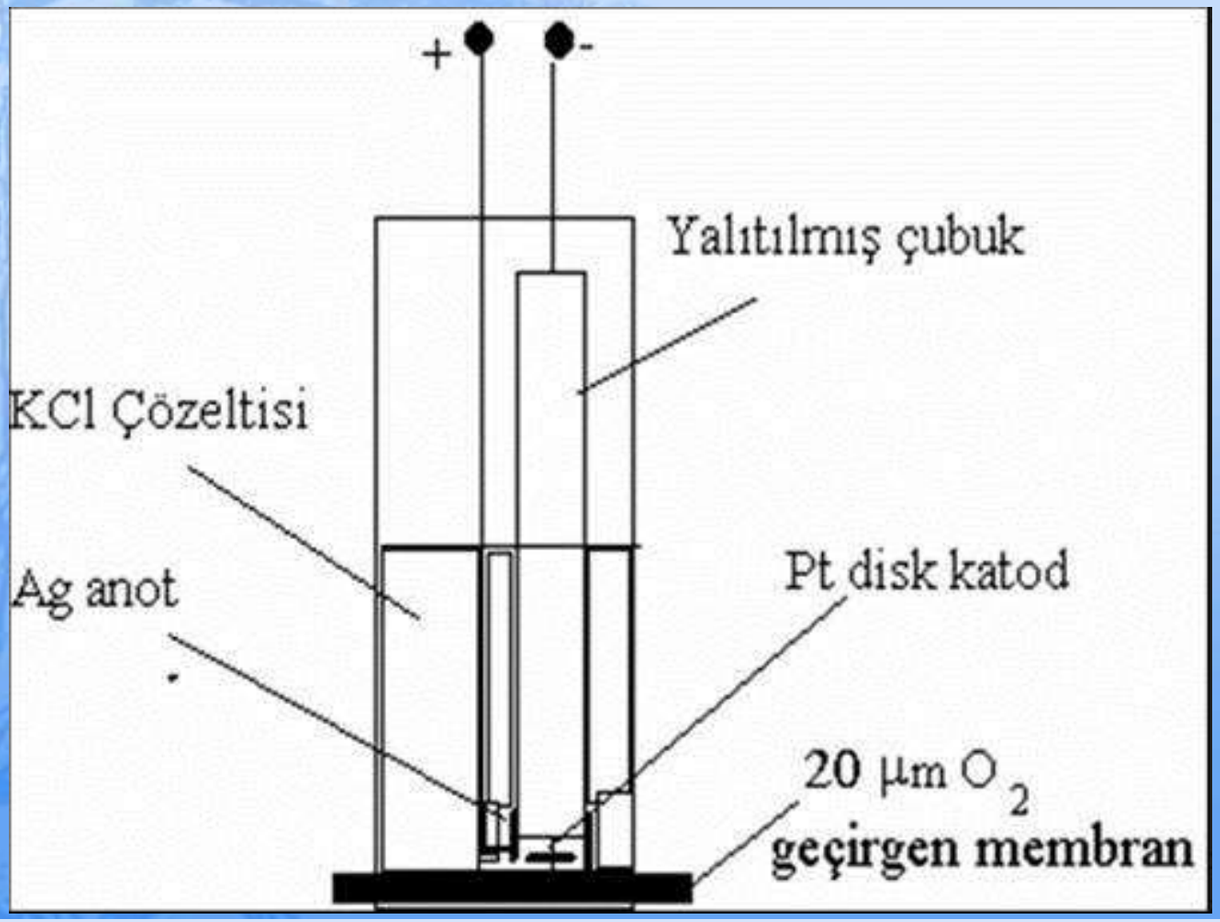
Şekil de görülen (Klark) oksijen elektrotunda, çözelti karıştırılır, oksijen geçiren membrandan difüzlenen oksijen, katotta suya indirgenirken, anotta Ag yükseltgenir.

Katot reaksiyonu

$O_2(g) + 4H^+ + 4\,é \Leftrightarrow 2\,H_2O$ $\quad E^0=1{,}229$ V

Anot reaksiyonu

$Ag + Cl^- \rightarrow AgCl\,(k) + e^-$ $\quad E^0= -0{,}222$ V



2-Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı sularda mikroorganizmalarca ayrıştırılabilen maddelerin miktarını belirlemekte kullanılan bir parametre olup, organik kirleticilerin ayrıştırılması için gerekli oksijen miktarını belirtir.

Bu tayin için önemli 3 değişken vardır.

1) Sıcaklık 20°C

2) Işık Karanlıkta

3) Zaman 5 günde

Sıcaklık metabolik aktiviteyi önemli ölçüde artırır. Zaman ve ışık da aynı şekilde önemlidir. Zira algler genellikle ışık etkisinde canlı ve aktif kalırlar. Farklı ışık kaynağında yapılan denemeler farklı sonuçlar verir. Bundan dolayı BOİ değeri standart şartlarda tayin edilir. Buna göre deneyler yapılır. Bu şekilde elde edilen suyun biyokimyasal oksijen ihtiyacı değeri, $BOİ_5$ 5 günlük sürede 20 günlük sürenin %70 ' ine ulaşılmış. Organik maddelerin tam biyolojik oksidasyonu için 20 gün yeterli görülmüştür.

BOİ; aerobik şartlarda bakterilerin organik maddeyi parçalayarak stabilize etmeleri için gereken oksijen miktarıdır.

Bir su numunesinin biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) litrede mg (mg/L) olarak verilebildiği gibi ppm olarak da verilir. Ancak daha çok litrede mg olarak verilir. iyi bir içme suyunun BOİ değeri 1 mg/L'dır. Bir suyun litresinin oksijen ihtiyacı

3 mg (3 ppm) olursa, oldukça saf, 5 mg (5 ppm) olursa, temizliği şüphelidir. İşlem görmemiş atık suların BOİ değeri 100-400 mg/L arasında değişir. Gıda endüstrilerinden gelen atık sularınki ise 10000 mg/L'ye kadar yükselebilir.

Bir insanın günlük atıklarının BOİ değeri birim kabul edilirse, çeşitli hayvanların günlük atıklarının BOİ değeri yaklaşık 16 insanınkine bedeldir. BOİ testi, evsel ve endüstriyel atıkların kirlilik derecesini belirlemede yaygın olarak kullanılan bir testtir.

$$C_nH_aO_bN_c + (n + a/4 - b/2 - 3/4c) O_2 \rightarrow n\,CO_2 + (a/2 - 3/2c) H_2O + c\,NH_3$$

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

$BOİ_5$ Ölçümü

3 farklı seyreltme oranı için 9 BOİ şişesi alınarak eşit miktarda atık su numunesi hazırlanır. Bütün şişeler hava geçirilerek oksijence doyurulur. Atık suyun ölçülen kısmı doğrudan şişeye aktarılır. Daha sonra hazırlanan seyrelme suyu şişeye konur. 3 numune hazırlanıp çözünmüş O_2 tayini yapılır. Diğer 3 numune 20 °C da 5 gün karıştırmaya bırakılır. Geri kalan 3 şişe aşılama yapılırsa aşının BOİ sini bulmak için kullanılır.

$$\text{mg BOİ/L} = \frac{(\text{Başlangıç çözünmüş mg/ L } O_2) - (\text{5 gün sonunda çözünmüş mg/ L } O_2)}{(\text{mL atık su / mL BOİ şişe hacmi})}$$

Burada Çözünmüş O_2 değerleri Atık su+ seyreltme suyuna aittir.

Endüstriyel atıkların BOİ analizi için ortama mikroorganizma ilave etmek gerekir.

$$\text{mg/ L BOİ} = \frac{(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2)\,f}{P}$$

D_1 ; aşılı atık sulardaki başlangıç çözünmüş O_2

D_2 ; aşılı atık sulardaki 5 gün sonunda çözünmüş O_2

B_1 ; Seyrelmiş aşının başlangıçtaki O_2

B_2 ; Seyrelmiş aşının 5 gün sonunda O_2

$(B_1 - B_2)f$; Aşının O_2 ihtiyacı

P ; Kullanılan atık su seyrelme oranı

$$f = \frac{D_1 \text{ deki aşının mL veya \%}}{B_1 \text{ deki aşının mL veya \%}} \qquad P = \frac{\text{Atık su hacmi}}{\text{Seyreltme suyu hacmi + atık su hacmi}}$$

- **Bir atık suyun $(BOİ)_5$: 40 mg / L bulunmuş . Seyreltme suyunun başlangıçtaki çözünmüş oksijen derişimi 9 mg / L , 5 gün sıcakta bekledikten sonra ölçülen karışımın (atık su + seyrelme suyu) oksijen 2,74 mg/ L ve kullanılan numune hacmi 40 mL. BOİ şişesi hacmi 300 mL ise, atık suyun çözünmüş oksijen derişimini bulun..**

- $40\ mg/L = \frac{X - 2,74\ mg/L}{40/300}$ X= 8,07 mg/L (X ; atık su+ seyreltme suyunun başlangıçtaki O_2 miktarı)

- $Ç.O_{\text{atık su}} = \frac{(8,07 \times 300 - 9 \times 260)}{40} = 2,05\ mg / L$

3- Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini (KOİ)

KOİ , evsel ve endüstriyel atık suların kirlilik derecesini belirlemede kullanılan bir parametredir. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacının organik maddelerin, mikroorganizmalarca parçalanması sırasında harcanan oksijen miktarının ölçümüne karşın, KOİ , organik maddelerin redoks reaksiyonlarıyla oksitlenmesi esasına dayanır. KOİ , birkaç istisna dışında tüm organik maddelerin, kuvvetli oksitleyici (yükseltgenlerle) asidik ortamda reaksiyona girecekleri esasına dayanır.

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı tayin metodunun iyi olmayan bazı yönleri vardır. Bunlardan en göze çarpanı da, deney zamanının çok uzun olması ve numune kirli olduğu halde, bazen bu kirliliğe tekabül edecek kadar BOI değeri göstermemesidir.

Organik maddeler biyolojik olarak değil de, kimyasal olarak yükseltgenirse (KOİ), zaman çok kısaltılır. BOİ metodunda organik maddelerin bir kısmı yükseltgenirken KOİ metodunda bütünü yükseltgenir. Bu nedenle de KOİ değerleri genellikle BOİ değerlerinden daha büyük çıkar.

Biyokimyasal yükseltgenmenin bazı organik maddelerde değişik hızlı cereyan etmesine karşın, kimyasal yükseltgenmede maddenin biyolojik olarak ayrışıp ayrışmadığına ve ayrışma hızına bağlı olmadan bütün organik maddeler yükseltgenir.

$C_nH_aO_b + c\ Cr_2O_7^{-2} + 8\,c\ H^+ \rightarrow n\ CO_2 + (a + 8\,c)/2\ H_2O + 2\,c\ Cr^{+3}$ $(c = (2/3\ n) + (a / b) - (b /3))$

$K_2Cr_2O_7 + 4\ H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 4\ H_2O + 3/2\ O_2$

1 mol $K_2Cr_2O_7$ 3/2 mol O_2 üretir.

KOİ sonuçları mg O_2 / L cinsinden ifade edilir.

Örneğin biyolojik olarak çok kolay ayrışan glikoz ve oldukça yavaş ayrışan lignin kimyasal olarak tamamen yükseltgenirler. Sonuç olarak KOİ değerleri BOİ değerlerinden daha yüksektir.

KOİ Ölçümü

KOİ ; atık su numunesinin kuvvetli asit ortamında kuvvetli bir yükseltgen olan $K_2Cr_2O_7$ ile 2 saat kaynatılarak, yükseltgenmesi sonunda fazla $K_2Cr_2O_7$ in standart indirgen madde çözeltisi ile volumetrik tayinine dayanır.

Söz konusu numuneye gerekli miktarda asit ve miktarı belli fazlaca ayarlı potasyum bikromat çözeltisi konur, kaynatılır ve bikromatın fazlası ayarlı Fe(II) çözeltisi ile geri titre edilir. Bunlardan yararlanarak numunenin KOİ değeri hesaplanır.

KOİ tayininde iskelet reaksiyon

Organik Madde + $K_2Cr_2O_7$ + H^+ → CO_2 + H_2O + Cr^{+3}

$K_2Cr_2O_7 + 4\ H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 4\ H_2O + 3/2\ O_2$

1 mol $K_2Cr_2O_7$ 3/2 mol O_2 üretir.

$6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{=} + 14\ H^+ \rightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

4-TOPLAM ORGANİK KARBON (TOC) TAYİNİ

Toplam organik karbon () tayin edilecek su numunesinden mikrolitre mertebesinde bir miktar mikro şırıngayla alınır ve kobalt oksitle karıştırılmış asbeste emdirilir ve bundan sonra yaklaşık 950 °C daki yakma tüpüne konur. Tüp içinden devamlı olarak saf oksijen gazı geçirildiğinden numunedeki organik madde yanar ve karbondioksit verir. Bu şekilde meydana gelen karbondioksit oksijen akımıyla sürüklenerek yakma tüpüne bağlı bir infrared cihazıyla tayin edilir. Tayinler çok kısa zamanda gerçekleştirildiğinden, bu metot biyokimyasal oksijen ihtiyacı ile kimyasal oksijen ihtiyacı metotlarına tercih edilir. Ancak yakma cihazı pahalı ve bakımı çok güç olduğundan, bu tayin şekli henüz yaygın hale gelmemiştir.

900 mg/ L fenol içeren rafineri atık suyunun teorik olarak
a-KOİ değerini
b- Fenolün biyolojik olarak tamamen parçalandığını varsayarak BOİ i ve $BOİ_5$ i
c- Toplam Organik Karbon miktarını
d- TOC ye göre hesaplanan O_2 miktarını mg/L hesaplayınız ve karşılaştırınız.

a- $C_6H_5OH + Cr_2O_7^{-2} + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O + Cr^{+3}$ tepkimesini denkleştirelim

$C_nH_aO_b + c\ Cr_2O_7^{-2} + 8\ c\ H^+ \rightarrow n\ CO_2 + (a + 8c)/2\ H_2O + 2\ c\ Cr^{+3}$
$c = 2/3\ n + a/6 - b/3 = 2/3 . 6 + 6/6 - 1/3 = 14/3$

$C_6H_5OH + \mathbf{14/3}\ Cr_2O_7^{-2} + \mathbf{8\ x14/3}\ H^+ \rightarrow \mathbf{6}\ CO_2 + 130/6\ H_2O + \mathbf{2x14/3}\ Cr^{+3}$ İki tarafı 3 le çarparsak

$\mathbf{3}\ C_6H_5OH + \mathbf{14}\ Cr_2O_7^{-2} + \mathbf{112}\ H^+ \rightarrow \mathbf{18}\ CO_2 + \mathbf{65}\ H_2O + \mathbf{28}\ Cr^{+3}$

900 mg/Lx1g/1000mgx1 mol/94 g= $9{,}57.10^{-3}$ mol fenol
3 mol fenolle 14 mol $Cr_2O_7^{-2}$
$9{,}57.10^{-3}$ mol fenol X mol
X=0,04466 mol $Cr_2O_7^{-2}$
1 mol $Cr_2O_7^{-2}$ den 1,5 mol O_2 oluşursa
0,04466 mol $Cr_2O_7^{-2}$ X
X= 0,06699 mol O_2 oluşur.
0,06699 mol O_2 = 0,06699 mol O_2. 32 g/mol = 2,14 g/L O_2 = 2140 mg/L O_2 = KOİ

II. Yol.(fenolün biyolojik olarak tamamen parçalandığı varsayıldığından teorik KOİ=teorik BOİ)
$C_6H_5OH + \mathbf{7}O_2 \rightarrow \mathbf{6}\ CO_2 + \mathbf{3}\ H_2O$
1 mol C_6H_5OH için 7 mol O_2 gerekirse
$9{,}57.10^{-3}$ mol için X
X=0,0669 mol O_2
0,06699 mol O_2 = 0,06699 mol O_2. 32 g/mol = 2,14 g/L O_2 = 2140 mg/L O_2 = KOİ

b-

BOİ

$C_nH_aO_bN_c + (n + a/4 - b/2 - 3/4c) O_2 \rightarrow n CO_2 + (a/2 - 3/2c) H_2O + c NH_3$

$C_6H_5OH + (6+6/4-1/2) O_2 \rightarrow 6 CO_2 + (6/2) H_2O$

$C_6H_5OH + 7 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 3 H_2O$

1 mol C_6H_5OH için 7 mol O_2 gerekirse

$9,57.10^{-3}$ mol için X

X=0,0669 mol O_2

0,06699 mol O_2 = 0,06699 mol O_2. 32 g/mol = 2,14 g/L O_2 = 2140 mg/L O_2 = BOİ

$BOİ_5$= %70xBOİ= 0,7x2140 mg /L O_2 = 1,498mg/L =1498 mg/LO_2

c- TOC

$C + O_2 \rightarrow CO_2$

1 mol C_6H_5OH de 6 mol C varsa

$9,57.10^{-3}$ mol X mol C var

X= 0,05742 mol C

0,05742 mol Cx12 g/mol = 0, 689 g/L = 689 mg/L

d- TOC ye göre O_2

1 mol C ile 1 mol O_2 tepkimeye girerse

0,05742 mol C 0,05742 mol O_2 tepkimeye girer

0,05742 mol O_2 x 32 g/mol = 1,837 g O_2 1 L de olduğuna göre 1837 mg /L O_2

- **5-Katı Madde Tayini**

- Atık sularda suyun dışındaki diğer maddelere katı maddeler denir. Katı maddeler genel olarak atık suların 103°C da buharlaştırılarak kalıntının (bakiyenin) sabit tartıma getirilmesiyle bulunur. Bu şekilde bulunan katı maddeye toplam katı madde denir. Katı maddeler başlıca iki gruba ayrılır.
- 1) Atık sularda çözünmüş olan katı maddeler
- 2) Atık sularda süspansiyon halinde bulunan katı maddeler

- Atık sular mutfak tuzundan şekerlere, şekerlerden ince kum tanelerine kadar çok çeşitli katı maddeler ihtiva eder. Bunlardan mutfak tuzu çözünmüş maddelere, ince kum taneleriyse, süspansiyon halindeki katı maddelere örnek verilebilir. Bunları ihtiva eden atık sular bir Gooch krozesinden süzülürse mutfak tuzu, şeker gibi maddeler süzgeçten geçtiği halde, ince kum taneleri geçmez ve süzgeçte toplanır. Süzgeçten süzülen atık suyun hacmi, Gooch krozesinin süzme . yapmadan önceki ve süzme yaptıktan sonraki kütleleri belliyse, atık suda süspansiyon halindeki katı madde bulunur. Bu şekilde bulunan katı madde litrede mg olarak verilir (mg/L).
- Gooch krozesi esas olarak dibi ince delikli bir kroze olup bu delikler üzerine cam parçalarının veya cam liflerinin sinterleştirilmesiyle elde edilen bir disk yerleştirilmiştir.Katı maddeler suda çözünenler, çözünmeyenler diye ikiye ayrıldığı gibi uçucu olanlar, olmayanlar diye de ikiye ayrılır. Yaklaşık 600 °C'da uçan katı maddelere uçucu, uçmayanlara da uçucu olmayan (sabit) katı maddeler denir. Uçucu olan katı maddeler genel olarak organik, uçucu olmayanlar da inorganik maddelerdir. Organik maddelerin büyük bir kısmı 600 °C'a varmadan önce buharlaşır, çok az kısmı da bu sıcaklıklarda yanar. Bu arada şunu da söylemekte yarar vardır. inorganik maddelerden pek az bir kısmı da söz konusu sıcaklıklarda parçalanabilir. Ancak, bu kadar bir parçalanma önemli bir hata meydana getirmez.

- *Örnek . 100 ml lik Bir atık su analizinde*

- *a) Buharlaştırma kabının sabit tartıma getirilmiş ilk kütlesi, 26,5322 g*
- *b) Numunenin 103 °C da buharlaştırılmasından sonra kabın+Kalıntının sabit tartıma getirilmiş kütlesi, 26,5642 g*
- *c) Kap ve kalıntının 600 °C da sabit tartıma getirilmiş kütlesi, 26,5422 9*

- *ölçümleri yapılmıştır. Buna göre:*

- *a) toplam katı maddeyi*
- *h) toplam uçucu katı maddeyi*
- *c) toplam sabit katı maddeyi hesaplayınız.*
- 103 °C deki buharlaştırmadan sonra çözücü(su) ortamı terkeder, sadece çözünen maddeler (toplam katı madde) kalır. 600 °C deki ısıtmadan sonra hala ortamda kalan madde sabit katı maddedir. Bu sabit katı madde ile 103 ile 600 °C arasında ortamı terk eden madde ise uçucu katı maddedir.
-
- a) Toplam katı =26,5642 - 26,5322 g/ 0,100 L = 320 mg/L

- b)Toplam uçucu katı = 26,5642 - 26,5422g/ 0,100 L =220 mg/L

- c)Toplam sabit katı = 26,5422 - 26,5322g / 0,100 L=100 mglL

6-Azot Tayini

Azot canlı tabiat için çok önemli bir elementtir. Çünkü, canlı yapısında bulunan bütün amino asitler ve aminler azotlu organik bileşiklerdir. Ayrıca biyolojik metabolizma esnasında da bir ara ürünü olarak amonyak açığa çıkar. Bundan dolayı bir suda organik azot ve amonyak bulunması, o suyun kısa bir zaman önce atık sularla kirlenmiş olduğu anlamına gelir. Organik azot olsun, amonyak olsun Kjeldahl metoduyla tayin edilir. Bu metotda numune bağlı azotu amonyuma dönüştürmek için, sıcak derişik sülfürik asitle parçalanır. Oluşan çözelti soğutulur, seyreltilir ve bazik yapılır. Açığa çıkan amonyak ayarlı bir asitle tayin edilir.

Bir suda bulunan organik azot aerobik bakteriler vasıtasıyla önce nitrite (NO_2^-) daha sonra da, nitrata (NO_3^-) yükseltgenir. Kirlenme uzunca bir zaman önce olmuşsa, organik azot bütünüyle nitrata yükseltgenmiştir. Buna göre, bir su numunesinde yüksek oranda nitrat ve düşük oranda amonyak bulunması kirlenmenin çok önceden olduğuna bir işaret sayılır. Nitrat ve amonyak ayrı ayrı tayin edilebilir, Nitrat sülfürik asitli ortamda demir(II) sülfatla, amonyak da kalevi ortamda Nessler ayıracıyla [K_2HgI_4 potasyum tetraiyodo merkürat (II)] tayin edilir. Nessler ayıracıyla amonyak arasında düşük derişimlerde sarı renkli bir kompleks meydana gelir, Tayin, Nessler tüpleri kullanılarak kolorimetrik olarak yapılabildiği gibi, spektrofotometrik olarak da yapılır.

7-Fosfat Tayini

Canlı tabiat için' azot gibi fosfor da çok önemlidir. Bir çok yüksek enerjili organik molekül içinde fosfor bulunur ve metabolizmada çok önemli rol oynar. Fosfor sularda sadece fosfat halinde bulunur. Sulardaki fosfat atık sulardan geldiği gibi, topraktan da gelebilir. Bu nedenle fosforu da organik ve inorganik diye ikiye ayırmak adet haline gelmiştir. İnorganik fosfor bitki tarafından yüksek . enerjili organik fosfor bileşikleri haline, organik fosfor bileşikleri de aerobik bakteriler tarafından inorganik fosfora dönüştürülür.

Fosfatlar eskiden beri göllerin kirlenmesinden sorumlu tutulmuşlardır. Fosfatların yeterince bulunduğu yerlerde ötröfikasyon görülür. Bundan dolayı toplam fosfat tayini önemlidir ve söz konusu su için önemli bir kriterdir. Toplam fosforu tayin etmek için, numune önce nitrik asitle kaynatılır. Soğutulan numune üzerine yeterince amonyum molibdat konur. Bu esnada sarı renkli amonyum fosfomolibdat bileşiği meydana gelir [$(NH_4)_3PO_412MoO_3$], Meydana gelen renk, fosfat derişimiyle orantılıdır. Rengin şiddeti amonyak tayininde olduğu gibi kolorimetrik. veya spektrofotometrik metotla ölçülebilir ve bundan da fosfat derişimi hesaplanır.

8-Bulanıklık Tayini

İçme sularının bulanık olmaması istenir. Bulanık su her şeyden önce estetik değildir. ikinci olarak da patojenik olabilir (hastalık yapan bakteriler ihtiva edebilir). Patojenik bakteriler bulanıklığı meydana getiren taneciklere tutunabilir..

Bulanıklık tayini türbidimetrik veya nefolometrik yöntemle yapılır. Türbidimetrik analizde geçen ışın, nefolometrik analizde ise 90 ° saçılan ışık kullanılır. Nefolometrik yöntem seyreltik süspansiyonlar için duyarlı iken, türbidimetrik yöntem, daha büyük tanecikler içeren derişik süspansiyonlar için kullanılır. Türbidimetride uzun dalga boylu kırmızı ışınlar, nefolometride ise kısa dalga boylu mavi ışınlar kullanılır. Bunun nedeni uzun dalga boylu ışınların çözeltiden kolayca geçmesine karşın kısa dalga boylu ışınların saçılmasıdır.

Böyle bir cihazla bulanıklılık. ölçmede bir standart kullanılır. Bu standart litresinde 1 mg SiO_2 ihtiva eden bir süspansiyondur. Böyle bir sistemin bulanıklılığına bir birim denmiştir(NTB).

9-Renk Tayini

Renk, içme suyu için çok önemli bir özeliktir. Renk her şeyden önce suyun estetiği yönünden önemlidir. Renkli su halk sağlığı bakımından zararlı olmasa bile halk tarafından kullanılmaz veya çekin ilerek kullanılır. Renk, genellikle organik maddelerden gelir. Bunlar başlıca algler ve humuslardır.

Suyun rengi, bir standarda karşı ölçülür. Standart olarak potasyum kloroplatinat ve kobalt klorür çözeltileri karışımı kullanılır. Bu karışımın rengi, bir çok doğal suların rengine benzer. Suda çok sayıda renkli atıklar varsa, böyle bir ölçmenin anlamı yoktur.

10-Koku Tayini

Koku, seyreltmeyle tayin edilir. Kokulu su, koku gelmeyinceye kadar saf suyla seyreltilir. Böyle bir tayin çok kaba olup deneyi yapan kişiye göre değişir.

11-pH Tayini

Çeşitli asitler ve de Al3+ ve Fe2+ iyonları suya asitlik kazandırır. pH, suyun hidrojen iyonu (H^+) derişiminin bir ölçüsüdür. Hidrojen iyonunun çokluğu suyu asidik, azlığıysa bazik yapar. Bazik suda hidroksit iyonu (OH^-), hidrojen iyonundan fazladır. Nötral suda $[H+]=[OH^-]$ dır. Böyle bir su ne asidik ne 'de bazik özellik gösterir. Bu iyonların derişimleri litrede mol olarak verilir ve çarpımları sabittir.

$[H+][OH^-] = Ksu = 10^{-14}$

Ksu ya suyun iyon derişimleri çarpımı denir.Bir suyun H+ iyonu derişimi 10^{-4} ise, OH^- derişimi 10^{-10} dur.

Bir suyun hidrojen iyonu derişimi, su için son derece de önemlidir. Bunu ölçmek için çok iyi elektronik cihazlar geliştirilmiştir. çoğu zaman hidrojen iyonu derişimi litrede mol olarak değil de pH ölçeğine göne verilir. Örneğin nötral bir çözeltinin pH 7dir. Akuatik organizmalar su pH'ına karşı son derecede hassastır. Suyun pH', korozyon bakımından son derecede önemlidir. Maden drenajlarında genellikle sülfürik ,asit bulunur. Sülfürik asit akuatik hayat . için çok şiddetli bir zehirdir.

12-Bakteriyolojik Tayin

İçinde zararlı bakteri aranan su numunesinden belirli bir kısmı, düz ve steril bir süzgeç kağıdından süzülür. Süzgeç kağıdı gene steril bir petri kabına düzgün bir şekilde yayılır. Üzerine yeterince agar ve besiyer konur ve petri kabının ağzı kapatılır. Bundan sonra sistem 24-48 saat inkübasyona 30°C de bırakılır. Agar üzerinde hasıl olan siyah ve parlak lekeler sayılır. Bu siyah ve parlak lekeler koliformların sayısını verir. Süzülen suyun hacmi belli olduğundan, numunenin mililitresindeki koliform sayısı tespit edilir.

İkinci metotta üretme ortamı olarak laktoz çözeltisi kullanılır. Böyle bir ortamda koliformlar karbondioksit açığa çıkarır. Açığa çıkan karbondioksitin hacmi ölçülür ve bundan yararlanarak söz konusu su numunesindeki koliform derişimi tayin edilir. Tayin şöyle yapılır: Belirli hacimdeki laktoz çözeltisine belirli hacimde su numunesi konur ve iyice karıştırılır. Hacmi belli küçük ve steril bir tüp bir çözeltiyle doldurulur. Kalan çözelti genişce steril bir tüpe aktarılır. Şimdi küçük tüp içinde hava kalmayacak şekilde ters döndürülmüş halde büyük tüpün içine yerleştirilir. Belirli bir süre sonunda küçük tüpte toplanan karbondioksit hacmi tespit edilir. Bu işlem on defa tekrarlanarak ortalama değer bulunur. Ortalama değerden de 100 ml sudaki koliform sayısı hesaplanır.

13- İletkenlik Tayini

Suların iletkenliği sulardaki iyon sayısı hakkında bilgi verir. İyonik yapıdaki çözeltiler elektriği iletirler. Elektriği ileten çözeltilere elektrolit çözelti denir. Şeker gibi suda moleküler halde çözünen maddelerin oluşturduğu çözeltiler elektriği iletmezler. (çeşme suyunda iletkenlik yaklaşık 150 mikro simens, saf suda ise 2,5 mikrosimens, ultra saf suda ise 0,055 mikrosimens civarındadır) Bir suda 100 mg/lt NaCl tuz çözündüğünde iletkenliği 212 mikrosiemens/cmdir.

Çözeltideki iyonların iletkenlikleri birbirinden farklıdır. Suda çözünen iyon ne kadar fazla ise iletkenlik o kadar fazla olur. İletkenlik kondüktometre ile ölçülür.

14- Sertlik Tayini

Sularda Mg^{+2} ve Ca^{+2} iyonları sertliğe neden olur.

Geçici Sertlik; suyun içerdiği kalsiyum ve magnezyum bikarbonat tuzlarının miktarını belirler. Su ısıtıldığı zaman geçici sertlik veren maddeler karbondioksit vererek ayrışır. Kalsiyum karbonat ve magnezyum hidroksit çökerek ayrılır. (Bunların çözünürlükleri sıcaklıkla ters orantılıdır.) Bu şekilde ısıtılarak giderilen sertliğe geçici sertlik denir.

- $Ca(HCO_3)_2 + ısı \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2\ (g)$ $Mg(HCO_3)_2 + ısı \rightarrow Mg(OH)_2 + 2CO_{2(g)}$
- **Kalıcı Sertlik;** Magnezyum ve kalsiyum sülfat, klorür ve nitrat tuzlarından oluşan sertliğe ise kalıcı sertlik denir. Kalıcı sertlik veren maddeler ısı ile ayrışmaz. Bu tuzlar nötr olup, alkanilite oluşturmaz ve ısı aktarım yüzeylerinde sert birikinti oluştururlar. Bu nedenle katma suyunda sertlik istenmez.
- Geçici sertlik ile kalıcı sertliğin toplamına, toplam sertlik (TH) denir. Sertlik magnezyum ve kalsiyum tuzlarından oluştuğundan bazen magnezyum ve kalsiyum sertliği diye de ikiye ayrılarak tanımlanabilirler.

Suların sertliği FS: 10 mg $CaCO_3$ /L, AS: 10 mg CaO /L olarak birimlendirilir.

- Sulardaki sertlik toplam Ca ve Mg iyonları cinsinden verilir. pH=10 tamponlu ortamda , Erio Krom Siyahı indikatörlüğünde EDTA ile titrasyonla bulunur.

15- Ağır Metal Tayini

Bilhassa içme ve kullanma sularının metal derişimlerinin toksik sınırın altında olması beklenir. İçme sularının arıtma aşamalarında önemli miktarda azalan metal iyonları derişimi genellikle sularda eser miktardadır. Bundan dolayı sulardaki metal iyonları AAS, ICP-OES, UV-GB spektroskopisi, AES, Polarografi gibi tekniklerle analiz edilir.

16- Toplam Alkalinite

Alkalinite, asit nötralleştirebilen türlerin toplamıdır. Çoğunlukla suyun içerdiği hidroksit, karbonat ve bikarbonat suyun alkalinitesini (bazlığını) oluşturur. Alkalinite, P (fenol ftalein), M (metil oranj) alkaliniteleri ile belirlenir. P ve M değerlerinden çıkılarak suyun içerdiği hidroksit, karbonat, bikarbonat miktarları ayrı ayrı bulunur.

- P (Fenol Alkalinite) değeri = Hidroksit (OH^-) + 1/2 Karbonat (CO_3^{2-})

M (Metil Alkalinite) değeri = Bikarbonat (HCO_3^-) + Hidroksit (OH^-) + Karbonat (CO_3^{2-}) olarak belirtilir.

- Ayrıca, $B(OH)_4^-$, $H_3SiO_4^-$, HPO_4^{2-}, HS^- ve bazı organik maddeler toplam alkaliniteye katkıda bulunurlar.
- Toplam alkalinite ; mg/L $CaCO_3$ birimiyle ifade edilir.

Hidroksit, Karbonat ve Hidrojen Karbonat İyonları İçeren Karışımların Analizinde Asit Hacmi İlişkileri

Numunedeki Bileşenler	Eşit Hacimde Numunenin Titrasyonunda V_{ff} ve V_{bky} Arasındaki İlişki*
NaOH	$V_{ff} = V_{bky}$
Na_2CO_3	$V_{ff} = \frac{1}{2} V_{bky}$
$NaHCO_3$	$V_{ff} = 0$; $V_{bky} > 0$
NaOH, Na_2CO_3	$V_{ff} > \frac{1}{2} V_{bky}$
Na_2CO_3, $NaHCO_3$	$V_{ff} < \frac{1}{2} V_{bky}$

*V_{ff} = Bir fenolftalein dönüm noktası için gerekli asit hacmi; V_{bky} = bromokrezol yeşili dönüm noktası için gerekli asit hacmi.

F.F yanında

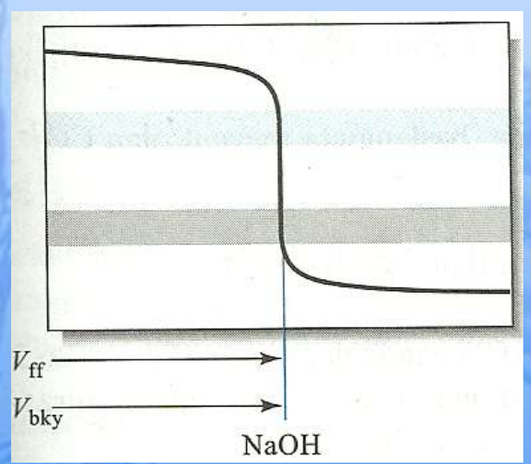
$NaOH + HCl \rightarrow H_2O + NaCl$

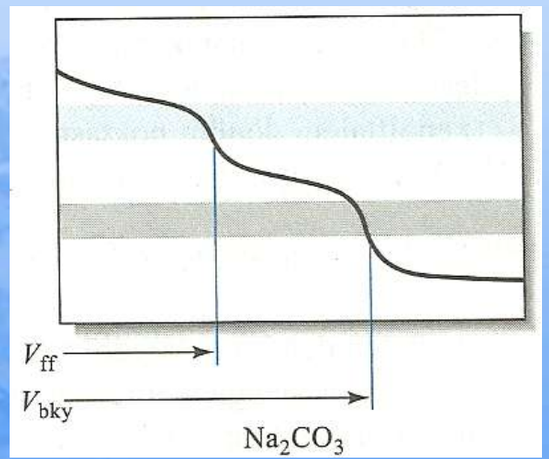
$Na_2CO_3 + HCl \rightarrow NaHCO_3$

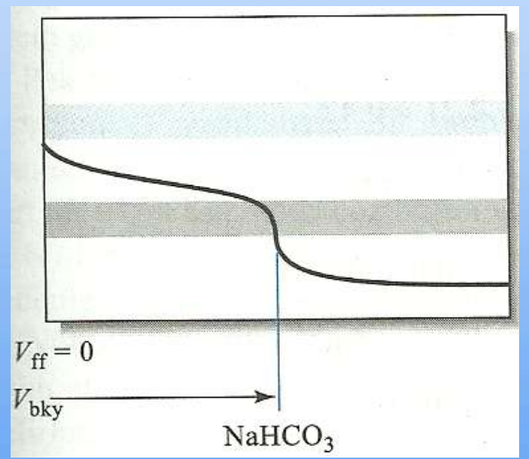
M.O veya bky yanında

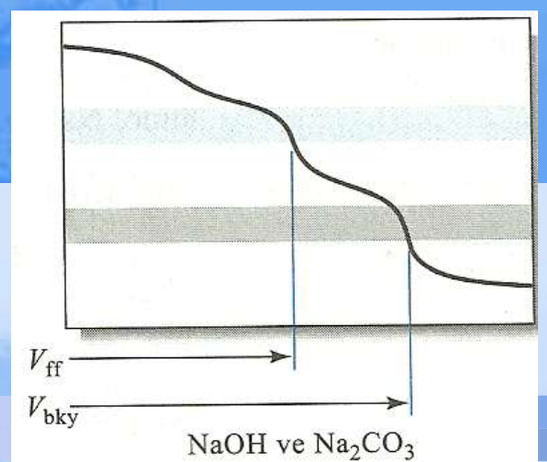
$NaOH + HCl \rightarrow H_2O + NaCl$

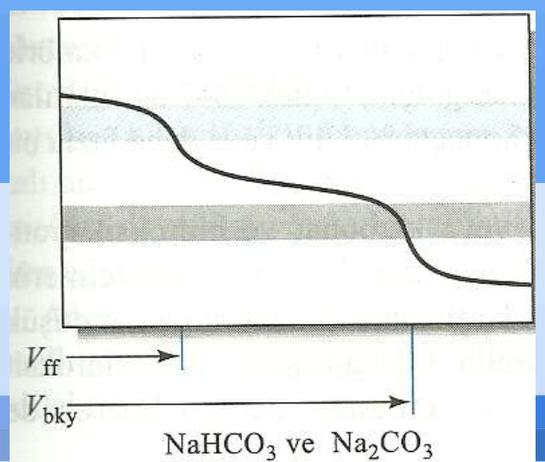
$NaHCO_3 + HCl \rightarrow H_2CO_3$

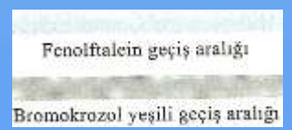








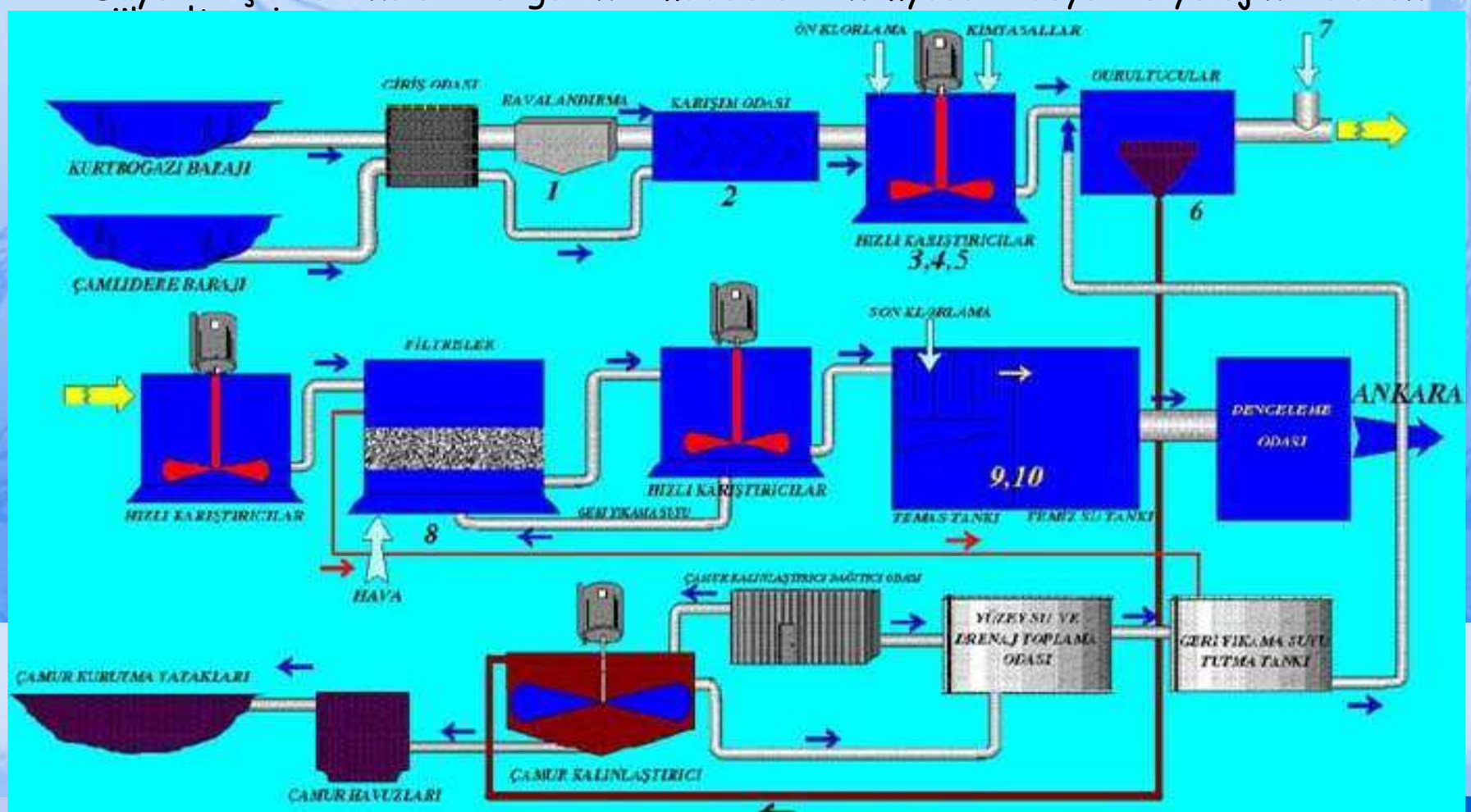




İndikatör	pH geçiş aralığı
Fenolftaleyn	(8,3-10,0)
Brom Kresol yeşili	(3,8-5,4)
Metil oranj	(3,1-4,4)

Suların Arıtılması

- **Suların Arıtılması**
- Fiziksel arıtma, Arıtma işleminde öncelikle atık suların ızgaralardan geçirilerek iri tanecikler tutulur. Kirliliğin % 50 sine yakın kısmı ve BOİ değerinin % 25 lik kısmı bu safhada temizlenir. Geçirilen suda asılı partiküller de bulunur. Bunlar durulma havuzlarında bekletilerek kendiliğinden çökmesi beklenir. Su kum filtreden geçirilerek asılı maddelerin tutulması sağlanır.
- Suyun içinde kalan organik maddeler kimyasal veya biyolojik olarak



- Kurtboğazı Barajından gelen suyun havalandırılması.
- Çamlıdere Barajından gelen suyun, havalandırılmış su ile aynı odada toplanıp, harman edilmesi.
- Su karışımının oksitlenmeye yardımcı olması ve dezenfeksiyon amacıyla klorlanması.
- Sülfürik asit ile pH ayarlanması.
- Pıhtılaştırıcı Alüminyum Sülfat ($Al_2(SO_4)_3$) ve pıhtılaştırıcı yardımcısı polielektrolit dozlaması.
- Kimyasal işleme tabi tutulmuş olan suyun yatay tabanlı durultucu tanklarında durulması.
- Eğer gerekiyorsa durultma işleminden sonra klorlama, Potasyum Permanganat (KMnO4) ve Aktif Karbon dozlaması da yapılabilir.
- Hızlı (D tipi) filtrelerde filtreleme yapılması.
- Filtrelenmiş suyun dezenfeksiyon için klorlanması ve kontak tankına girmeden kireç ile pH ayarlanması.
- Suyun 20 dakikadan az olmayan bir süre içinde kontak tankında tutulması. Kontak tankı içinde tankın orta noktasından ilave klor uygulanabilir.

İçme ve kullanma sularının dezenfeksiyonu

Fiziksel ve kimyasal yöntemlerle hastalık yapıcı bakterilerden arındırma işlemlerine dezenfeksiyon denilmektedir. Filtrasyon ve diğer fiziksel arıtım işlemleri suyu ancak %95-99.5 oranında temizleyebilmektedir. Bu nedenle sular etkin bir dezenfektan ile dezenfeksiyona tabi tutulmalıdır. Bu yöntemle, suda bulunan ve hastalık yapan (patojen) tüm organizmalar ile parazitler ortadan kaldırılır. Dezenfektanlar suda bulunan patojen mikroorganizmalar üzerinde bakteri öldürücü , bakterilerin hareketini engelleyici bir etki gösterirler. Suyun dezenfeksiyonunda klor, kireç kaymağı, kloraminler, klordioksit, çamaşır suyu, iyot, potasyum permanganat, ozon ve ultraviyole ışınlar kullanılır.

1-Klor: Dezenfektan maddeler arasında, özellikle ucuzluğu ve uygulama kolaylığı ile sonuçlarının denetlenmesi yönünden en uygun olan bir dezenfektandır. Klor, gaz halinde doğrudan doğruya yada klor tableti şeklinde kullanılır. Klor gazı bir litre suda yaklaşık 1 mg bulunacak şekilde hesaplanmalıdır. Eğer su fazla kirli değilse, bu taktirde suyun litresinde 0,2 mg serbest klor kalır ki bu seviye de dezenfeksiyon için yeterlidir. Klorun, dezenfektan etki gösterebilmesi için su ile en az 30 dakika temas etmesi gerekir.

Cl_2 ile dezenfekte edilen suda HOCl ve OCl^- de oluşur. Bütün bu türler yükseltgendir. Cl^- yükseltgen değildir.

HOCl'nin pKa=7,5 olduğundan HOCl pH=7,5 den aşağı pH larda OCl^- ise 7,5 den yukarıdaki pH larda baskındır. HOCl , OCl^- den yüz kat daha kuvvetli dezenfektandır.

- $Cl_{2(g)} \Leftrightarrow Cl_{2\ (suda)}$ K_H: $8{,}0.10^{-3}$ mol/L at.
- $Cl_{2(suda)} + H_2O \Leftrightarrow H^+_{(suda)} + Cl^-_{(suda)} + HOCl$ $K = 4{,}5.10^{-4}$ mol^2/L^2

2- Kireç kaymağı: Klor gazı kadar etkindir. Ayrıca, toz halinde olması nedeni ile kolayca depo edilebilir gibi bir üstünlüğü söz konusudur. Kireç kaymağında %25 oranında aktif klor bulunacağı kabul edilerek 40 gram kireç kaymağı (yani 10 gram aktif klor) bir litre suyla karıştırılır ve artık maddelerin çökelmesi için 20 dakika beklenir. Çökeltinin üst kısmındaki sıvı ayrı bir kaba alınır. Hazırlanan bu sıvıdan (%1 lik ana solüsyon) bir litre suya üç damla damlatılır ve 30 dakika beklenirse, su dezenfekte edilmiş olarak içmeye ve kullanmaya hazır hale gelir.

3-Kloraminler: Klora göre daha yavaş etki gösteren ama suda daha uzun süre kalabilen bu bileşikler, günümüzde özel örneğin, sıcak iklim bölgelerinde yada suyun uzak yerlerden getirilmesi durumlarında kullanılmaktadır.

4-Klor dioksit (ClO_2): Son yıllarda gelişmiş ülkelerde suyun dezenfeksiyonu amacıyla kullanımı giderek artan bu madde güçlü bir oksitleyicidir ve koku giderici etkisi fazladır. Dezenfeksiyonun yapılacağı yere konulan bir jeneratör aracılığıyla, sıvı sodyum klorür ve hidroklorik asidin birleştirilmesiyle açığa çıkan bu madde sadece sıvı halde kullanılır. Suyun pH'sı ne kadar yüksek olursa olsun, sudaki alglerin ve kirlenmenin giderilmesinde çok etkilidir. Klor'dan farklı olarak suda ne trihalometan bileşiklerinin oluşmasına ne de amonyak türevleriyle reaksiyona girmediğinden kloraminlerin oluşmasına yol açmaz. Üstelik klor gazıyla birlikte kullanılırsa trihalometan bileşikleri daha düşük oranda oluşur. Bakterisit ve virüsit etkisi klor gazından fazladır. Suyun hoş olmayan rengini ve tadını giderdiği gibi, sudaki toprak, balık yada küf kokusunu da giderir. Suda çözünmüş halde bulunabilen mangan ve demirin çökelmesini sağlar.

$10\ NaClO_2 + 5H_2SO_4 \rightarrow 8ClO_2 + 5\ Na_2SO_4 + 2HCl + 4H_2O$

$12\ NaClO_2 + Cl_2 \rightarrow 2ClO_2 + 2NaCl$ (pH < 3,5)

5-Hipoklorit: Diğer dezenfektanların bulunmadığı özel durumlarda seyrek olarak kullanılır. Dezenfeksiyon amacı ile kullanılırken çok fazla miktarına ihtiyaç duyulacağından depolanması oldukça zordur. Üstelik zamanla aktif klor yoğunluğu azalır. Tek üstünlüğü, toksik gazların sızması sorunu olmayışıdır.

6-İyot: Yine zorunlu durumlarda kullanılabilecek dezenfektanlardandır. Yüzde 2'lik tentürdiyodun 2 damlası 1 litre suya karıştırılırsa 30 dakika içinde yeterli bir dezenfeksiyon sağlanır. Suda fazla miktarda organik madde varsa, litreye 3 hatta 4 damla katılabilir.

7-Potasyum permanganat: Bu dezenfektan da çamaşır suyu ve iyot gibi ancak zorunlu durumlarda dezenfeksiyon amacıyla kullanılabilir. Kullanıldığı kapta leke oluşturur ve 500 miligramdan fazla kullanılırsa suyun rengini de değiştirir. Oysa ki, suyun litresine 500 miligram potasyum permanganatın, kolera vibriyonu dışındaki patojen mikroorganizmalara etkisi kuşkuludur.

8-Ozon: Ozon klor gazından daha kuvvetli bir dezenfektandır. Ozon yüksek 15000 voltluk elektriğin kuru havaya uygulanması ile elde edilir. Buradan elde edilen ozon gazı sudan geçirilerek suda çözünür. $K_H=1,3.10^{-2}$ mol /L.at dır. Optimum şartlarda bu şekilde havanın oksijeninin % 6 sı ozona dönüştürülür.

$3O_{2(g)} \rightarrow 2O_{3(g)}$

Kuvvetli bir yükseltgen ve bakteri yok edici etkiye sahip olan bir maddedir . Bu etkisinden yararlanılarak suların dezenfeksiyonunda güvenilir olarak kullanılır. Ancak, maliyeti klor ve klor bileşiklerine göre çok yüksektir. Bu nedenle çok gelişmiş ülkelerde yada özel durumlarda küçük çapta kullanılabilmektedir. Sadece suyu dezenfekte etmekle kalmaz, suyun tadını ve rengini de düzeltir. Suyun metre küpünde 400 miligram yada litre de 0.4 miligram ozonla 4 dakikada etkin bir dezenfeksiyon sağlanır. Ozonun kalıntısı olmamasına rağmen üretiminin daha pahalıya mal olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaz.

9-Ultraviyole (morötesi) ışınlar: 200-300 nanometre dalga boyundaki ultraviyole ışınların dezenfeksiyon etkisi yüksektir. Eğer dezenfekte edilecek suyun derinliği fazla değilse ve berraksa, yani bulanık değilse ve renk değişikliği yoksa, içinde demir de bulunmuyorsa ultraviyole ışınlarla suda bulunan aktif ve spor yapan tüm mikroorganizmalar ya ölürler yada bir daha çoğalamayacak duruma gelirler. Maliyetinin pahalı olması nedeni ile küçük çapta dezenfeksiyon işlemlerinde kullanılır. Civa lambası uyarıldığında yayılan UV-C ışığı (254 nm) uygulanarak akan su dezenfekte edilir.

Bazı reaktif türler ve bağıl yükseltgeme güçleri

Yükseltgenler	İndirgenme Potansiyeli (Volt)	Klora göre Bağıl Yükseltgen Gücü(E_y/E_{Cl})
Flor	3,06	2,25
Hidroksil Radikali	2,80	2,05
Ozon	2,07	1,52
Hidrojen Peroksit	1,77	1,30
Per-Hidroksil Radikali	1,70	1,25
Permanganat	1,67	1,23
Hipobromöz Asit	1,59	1,17
Klor Dioksit	1,50	1,10
Hipokloröz Asit	1,49	1,10
Hipoiyodöz Asit	1,45	1,07
Potasyum Monopersülfat	1,44	1,06
Klor Gazı	1,36	1,00
Potasyum Dikromat	1,36	1,00
Oksijen Gazı	1,23	0,90
Brom Gazı	1,09	0,80
Hipoklorit	0,94	0,69
Klorür	0,76	0,56
İyot	0,54	0,40

Ankara içme suyu değerleri

PARAMETRE	ORTALAMA DEĞER	TSE 266 TAVSİYE DEĞER
Renk	5	5
Bulanıklık(NTU)	0.4	5
Tortu	Tortusuz	Tortusuz
PH	7.54	7.00-8.50
Toplam Çözünmüş Madde (mg/l)	141	En çok 1500
Sertlik(° fr derece)	8.5	en çok 50
Klorür	14.0	en çok 600
Toplam Demir (mg /l)	0.1	en çok 1
Alüminyum (mg/l)	0.05	en çok 0.2
Amonyak ve Nitrit	Yok	Yok
Organik Madde	1.3	en çok 3.5
Bakiye Klor	0.8	en az 0.5
100ml.de bakteri adet	0	0

İvedik Su Arıtma Tesisleri Ham Su ve Çıkış Suyu Analizleri

FİZİKSEL/FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELER					
PARAMETRE	GIRIS	ÇIKIS	PARAMETRE	GIRIS	ÇIKIS
BULANIKLIK (NTU)	5,0	0,3	RENK(Pt-Co) Birimi	<5	<5
İLETKENLİK(µmhos/cm)	251	267	A.K.M (105^0C,mg/l)	5,6	<5
pH	7,77	7.08	T.Ç.M (180^0C,mg/l)	150	166

KİRLENME PARAMETRELERİ					
PARAMETRE (mg/l)	Giriş	Çıkış	PARAMETRE (mg/l)	Giriş	Çıkış
Amonyum Azotu	0,10	<0,05	Org. Madde ($KmnO_4$)	3,8	2,2
Nitrit azotu	0,004	<0,002	COD	6,2	<5
Nitrat azotu	<0,5	<0,5	BOD_5	<5	<5
Org Azot	7,54	5,77	TOC	8,94	2,42
Kjeldahl Azotu	7,64	5,77	TC	23,89	16,07
Toplam Fosfat	0,08	<0,02	TIC	14,95	13,65
Bor	<0,05	<0,05	Deterjan	<0,1	<0,01

METALİK VE DİĞER PARAMETRELER					
PARAMETRE (mg/l)	Giriş	Çıkış	PARAMETRE (mg/l)	Giriş	Çıkış
Demir	0,25	<0,05	Mangan	<0,05	<0,05
Alüminyum	0,11	<0,05	Bakir	<0,05	<0,05
Arsenik	<0,01	<0,01	Kursun	<0,05	<0,05
Civa	<0,01	<0,01	Kadmiyum	<0,05	<0,05
Antimon	<0,01	<0,01	Çinko	0,06	<0,05
Selenyum	<0,01	<0,01	Nikel	<0,05	<0,05
Kalay	<0,01	<0,01	Kobalt	<0,05	<0,05
Krom	<0,02	<0,02	Toplam Krom	<0,05	<0,05

KIMYASAL PARAMETRELER									
PARA METRE	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Giriş meq/l	Çıkış meq/l	PARA METRE	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Giriş meq/l	Çıkış meq/l
Sodyum	7,5	8,3	0,32	0,36	Karbonat (CO_3^{-2})	<10	<10	-	
Potasyum	3,1	3,3	0,079	0,08	Bikarbonat (HCO_3^-)	104	89	1,7	1,46
Kalsiyum	22,8	24,0	1,14	1,2	Klorür (Cl^-)	6	8	0,16	0,22
Magnezyum	6,32	5,83	0,519	0,48	Sülfat (SO_4^{-2})	15	20	0,31	0,41
Lityum	<0,1	<0,1			Nitrat	1,18	1,0	0,02	0,016
Baryum	<0,05	<0,05			Florür	<0,1	<0,1		
Top Sertlik(^{0}FS)	8,3	8,4			SiO_2	18,6	17,6		
					Toplam Alk.	85	73	1,7	1,46


DANONE
HAYAT
DOĞAL KAYNAK SUYU
0,33 lt
Analiz Değerleri
Su Hayattır!
444 0 744
DANONE
HAYAT
DOĞAL KAYNAK
YOZGAT
ÜÇÇAMLAR
Bozok Yaylasından
0.5 L
DOĞAL KAYNAK SUYU
KİMYASAL ANALİZ
Müşteri Hizmetleri
444 40 66
ÜÇÇAMLAR
Bozok Yaylasından
0.5 L
NATURAL SPRING WATER
SAPANCA
Damla
DOĞAL KAYNAK SUYU
Analiz Değerleri
Damla
DOĞAL KAYNAK SUYU
500 ml.e
Erikli
Doğal Kaynak Suyu
444 0 222
Uludağ'ın zirvesinden
ULUDAĞ
Erikli
Natural Spring Water
Uludağ'ın zirvesinden
ÇUBUK
SAĞLIK
DOĞAL KAYNAK SUYU
16.9 FL. OZ
SAĞLIK
DOĞAL KAYNAK SUYU
0.5 LT
KİMYASAL ANALİZ
abant
DOĞAL KAYNAK SUYU
0.5 L
abant
NATURAL SPRING WATER

TOPRAK

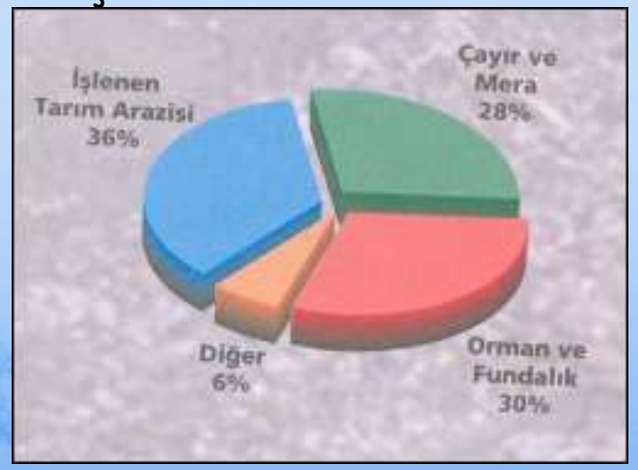
- Toprak yer kabuğunun en üst kısmında yer alır. Aşağıya doğru kayalarla, yukarıya doğru ise bitki örtüsü ve atmosferle sınırlanmıştır. Toprak genel olarak ; %45 inorganik madde, %5 organik madde, %25 su, %25 de hava içerir.
- Topraklar canlılara yaşama ortamı olarak hizmet etmekte, bitkilere köklerin tutunacağı bir ortam sağlamakta ayrıca su, oksijen ve besin maddeleri sunmaktadır. Toprağın bu özellikleri; su ve rüzgar erozyonuyla ve fiziksel, kimyasal, biyolojik etkenlerle azalabilmektedir.

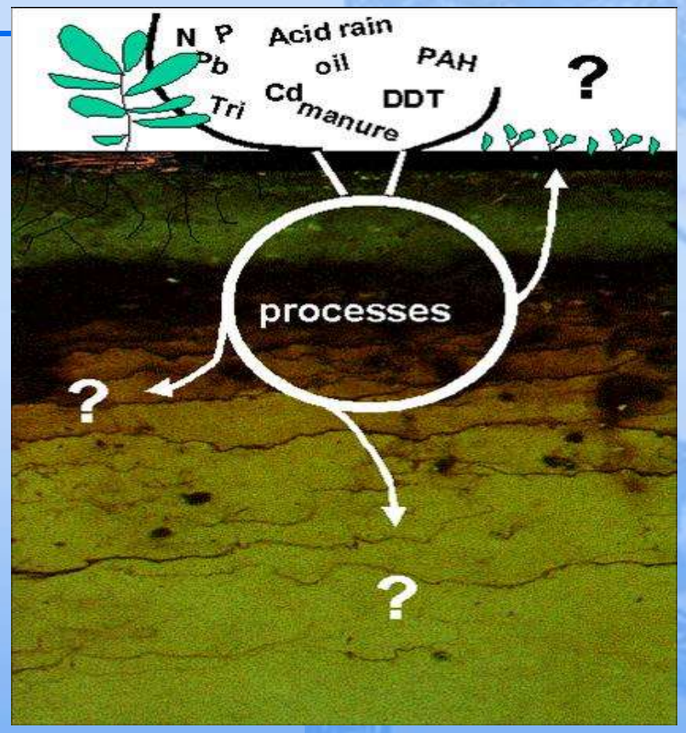
- **Toprağın oluşumu**
- Toprak başlıca iki süreç sonunda meydana gelir.
- Kayaçların ısınma ve soğumayla genleşerek parçalanmasıyla mekanik olarak oluşur.
- Yüzeye yakın kayaçlardaki suyun meydana getirdiği genelde asidik tuzların etkisiyle kimyasal olarak parçalanmasıyla oluşur.
- Toprağın cinsi öncelikle; iklim, organik aktiflik, bulunduğu yer ve zamana bağlıdır. İklim ısınma-soğuma ve yağışla toprak oluşumunu hızlandırır. Organik aktiflik Köklerin ve toprak altındaki hayvan çukurlarının etkisiyle önemli rol oynar. Toprak tepelerden yağışla daha aşağı bölgelere doğru taşınır. Bu işlemlerin uzun süreli olması da toprak oluşumunu artırır.
- Bitki artıkları topraktaki organik madde miktarını artırır. Ancak tarımsal aktiviteler toprağın organik madde miktarını azaltır(50 yıl tarım yapılan toprakta organik maddeler yaklaşık %20-40 azalır)

- **Toprak Kirliliği**
- Toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik dengesinin çeşitli kirletici unsurlarla bozulması olayına **toprak kirliliği** adı verilir. Örneğin çeşitli şekillerde katı ve sıvı atıkların topraklara boşaltılması ve karıştırılması bu toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak kirlenmesine yol açar.
- **Toprağın kimyasal olarak Kirletilmesi:**
- Tuzluluk; topraktaki suda çözünen iyon derişimi olarak tanımlanabilir. Elektriksel iletkenlikle belirlenir.

Toprak Kirleticileri

- Toprak su ve havaya oranla dış etkenlere karşı tamponlama gücü daha yüksektir. Ancak sisteme ilave edilen kirleticiler tarafından bozunmalar meydana geldiğinde karşılaşılan sorunlar o ölçüde karmaşık, zor ve düzeltilmesi masraflıdır.
- Toprak kirlenmesine sebep olan başlıca kirleticiler
- ♦ağır metaller,
- ♦suni gübreler,
- ♦tarımsal mücadele ilaçları,
- ♦ atık sular,
- ♦atmosferik emisyonlar,
- ♦arıtma çamurları,
- ♦katı atıklar, çöpler
- ♦radyoaktif atıklardır.





- Toprakta bulunan ağır metaller kirliliği Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Co, Arsenik dolayısıyla meydana gelir.

- Söz konusu metaller doğal çevrede birikme eğilimi gösteren daha çok toksik eğilimli elementlerdir. Bunların dışındaki eser elementler ise belirli derişimlerin üzerinde bulundukları takdirde insan,, hayvan ve bitki sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir.



- **Suni Gübreler**
- Bitkilerin büyümesi için gerekli elementler
- 1. Birincil Besleyiciler ; N, P, K
- 2. İkincil Besleyiciler ; Ca, Mg, S
- 3.Üçüncül besleyiciler ; B, Cl, Cu, I, Mn, Mo, Zn

- Birincil besleyiciler, bol miktarda kullanılır, toprakta ürün verimini artırır. Bitkiler tarafından topraktan tamamen alınır.
- İkincil besleyiciler; gerekli oranlarda kullanılır, bitkilerin büyümesi için belirli derişimlerde olmalıdır.
- Üçüncül besleyiciler; eser miktarda gereklidir. Topraktan uzaklaşması oldukça yavaştır.
- 1 ton patates topraktan 10 kg N alırken, 13 g B alabilir.
- Suni Gübrelerin Kimyasal Bileşimi
- Azotlu gübreler ; $NaNO_3$, $(NH_4)_2SO_4$, NH_2CONH_2(üre)
- Fosforlu gübreler ; $Ca_2H_2(PO_4)_2CaSO_4$ (süper fosfat), $CaH_2(PO_4)_2CaHPO_4$(tripl süperfosfat)
- Potasyumlu gübreler; KCl, K_2SO_4

- Kirletici Etki
- NH_4^+ içereren gübreler toprağın asitliğini artırdığından, bakterilerin azalmasına neden olurlar.
Suni gübreler toprağa inorganik katkı sağlarlar, organik besleyici katkısı sağlamazlar.

Toprak Analizleri İzlenen Parametreler ve Uygulanan Yöntemler

İzlenen Parametreler	Birim	Yöntem
pH		Potansiyometrik
Bünye		Saturasyon
Kireç ($CaCO_3$)	%	Gravimetrik
Kurşun (Pb)	mg/kg	Spektrofotometrik (AAS)
Kadmiyum (Cd)	mg/kg	Spektrofotometrik (AAS)
Krom (Cr)	mg/kg	Spektrofotometrik (AAS)
Çinko (Zn)	mg/kg	Spektrofotometrik (AAS)
Bakır (Cu)	mg/kg	Spektrofotometrik (AAS)
Nikel (Ni)	mg/kg	Spektrofotometrik (AAS)
Arsenik (As)	mg/kg	Spektrofotometrik (AAS+Hidrür)
Civa (Hg)	mg/kg	Spektrofotometrik (AAS+Hidrür)
Siyanür (CN^-)	mg/kg	Spektrofotometrik (UV)
Sodyum (Na)	mg/kg	Spektrofotometrik (AAS)
Potasyum (K)	mg/kg	Spektrofotometrik (AAS)
Demir (Fe)	mg/kg	Spektrofotometrik (AAS)
Mangan (Mn)	mg/kg	Spektrofotometrik (AAS)
Silisyum (Si)	mg/kg	Spektrometrik (UV)
Organo klorlu pestisitler		Kromatografik (GC)

Tarım İlaçları ve Toprak Kirliliği

- Bitkilerin gelişimini sınırlandıran, termal üretimi azaltan zararlı böcek, yabani ot, mantar (ve kemirici hayvanlarla mücadelede çok değişik tür ve bileşimde kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Tarımda mücadele amacıyla kullanılan bütün kimyasallara **Pestisitler** adı verilir.

- Bu kimyasal türler kullanıldıkları yerlere göre değişik isimler almaktadır. Bunlar ;
- insektisitler (böcek öldürücüler) ,
- fungisitler (mantar öldürücüler),
- herbisitler (yabani ot öldürücüler) ,
- rodontisitler (kemirici hayvan öldürücüler)

- Böcek öldürücüler, mantar öldürücüler, yabani ot öldürücüler daha çok kullanılır.

- Tarım ilaçları kimyasal bileşimine göre; suda çözünen tozlar, sulu çözeltiler, emülsiyon halinde değişik ilaçlar, granüller, aerosollar, yemler şeklinde kullanılırlar.
- Bazı tarım ilaçları ise zararlı organizmanın biyolojik gelişim sürecine göre yumurtaları, larvaları ve erginleri yok etmek üzere kullanılırlar. Bazı tarım ilaçları ise zararlı organizmaların yetişme ortamlarına göre yani kültür bitkisi zararlıları, orman zararlıları, depo ürünleri zararlıları gibi ortamlara göre kullanılırlar.

- Kimyasal formüllerine göre pestisitler ;

- Klorlanmış hidrokarbonlar(DDT(**Dichloro-Diphenyl-Trichloroethane)**
- , aldrin, lindan, heptaklor, dieldrin, klordan ve toksafen)
- Klorlanmış fenoksi asitler (diklorofenoksiasetik asit, Dimetil amonyum 2-4- diklorofenoksi asetat, n-butil 2-4- diklorofenoksi asetat, trikloro fenoksi asetik asit, tetraklorodiben-p-dioksin)
- Organo fosfatlar (Paratiyon, metil paratiyon, malatiyon, Tetraetilpirofosfat,Dimetil diklorovinil fosfat)
- Karbamatlar (Karbamik asit, İzoprppoksi fenil N- metil karbamat, Karbaril, Temik,

- Tarım ilaçları genellikle bitkilere, toprak yüzeyine ve toprak içine püskürtülür veya uygulanırlar. Uygulanan pestisitlerin çoğu toprağa geçer. Toprak içerisine giren bu kimyasal maddeler aşağıdaki durumlardan biri veya birkaçı ile karşılaşabilirler ;

- Topraktan buharlaşarak herhangi bir kimyasal değişikliğe uğramadan atmosfere karışabilirler.
- Toprağın alt katlarına doğru yıkanabilirler ve difüze olabilirler.
- Toprak içerisinde veya toprak yüzeyinde kimyasal değişikliklere uğrayabilirler.
- Topraktaki mikroorganizmalar tarafından parçalanabilirler.
- Bitkilerin yapısına girerler veya adsorbe olabilirler.

- **Katı Atıklar ve Çöpler :**

- Tüketen ve kullananlar için bir değer taşımayan gereksiz oldukları için atılan evsel, ticari ve endüstriyel aktiviteler sonucu oluşan maddeler katı atık olarak tanımlanmaktadır. Özellikle büyük yerleşim yerlerinde kentsel çöpler ve endüstriyel atıklar önemli çevre problemlerine yol açar.

- **Geri Kazanma**: Katı atıklardan hiç değilse bazılarını kazanma, ilk bakışta cazip bir iştir. Ancak, halen dünyadaki geçerli şartlar buna büyük ölçüde imkan vermemektedir. Bununla beraber şartlar devamlı değiştiğinden gelecek ne gösterir şimdiden bilinmez.

- Geri kazanma prosesinin başlıca zorlukları, atıkların toplanması, cinslerine göre ayrılması, temizlenmesi, nakledilmesi,. bir şirkete satılması, şirketin bunları işleyerek tekrar tüketiciye satmasıdır. Prosesin düğüm noktası, atıkların işlenip mamul olarak tekrar tüketiciye satılabilmesidir. Bu yapılmadığı sürece yapılan diğer işlerin hiçbir önemi yoktur.

- Geri kazanılması düşünülen maddeler başlıca beş grupta toplanabilir.

- 1) Metaller
- 2) Camlar
- 3) Kağıtlar
- 4) Organik maddeler
- 5) Plastikler

- **Metaller:** Metaller katı atıklardan kolaylıkla ayrılabilir, işlenebilir ve tüketiciye ikincil metal olarak satılabilir. Ancak, otomobil mezarlıklarında örneğin demirlerin hepsini geri kazanma imkan yoktur. Çünkü, bunlardan elde edilen çeliklerin kalitesi çok düşüktür. Onun için pek alıcı. bulamamaktadır. Fakat gene de bir kısmı iyi çeliklerle karıştırılarak ikinci kalite çelik olarak alıcı bulabilmektedir.
- Alüminyum atıkları ise, oldukça iyi bir pazar bulabilmektedir. Bazı firmalar alüminyum kap ve levhaları toplatarak bunları işlemekte ve tüketiciye kolaylıkla intikal ettirebilmektedir. Bu yoldan elde edilen alüminyum daha ucuzdur.

- **Camlar**: Camlar, geri kazanılması en kolay olan maddelerdir. Ayrıca miktarları da çoktur. Ancak, burada da bir handikap vardır. O da yeni bir şişenin fiyatıyla geri kazanılmış camlardan yapılan bir şişenin fiyatı arasında önemli bir farkın olmamasıdır. Böyle olunca da geri kazanılmış camdan yapılan şişeler tercih edilmemektedir. Bu durumun gelecekte de büyük ölçüde bir değişme göstereceği zannedilmemektedir. Zira cam yapmada kullanılan doğal maddeler pek çoktur. Bitmesi ve azalması da pek düşünülemez.
- Cam gelmiş geçmiş en iyi ambalaj maddesidir. Onun kadar güvenilir bir başka ambalaj maddesi henüz bulunamamıştır.

- **Kağıtlar:** Kağıtların geri kazanılması oldukça sınırlıdır. Zira doğrudan elde edilen kağıtlar oldukça ucuzdur. Bu nedenle halk, doğrudan elde edilen kağıdı tercih etmektedir. Ancak, çevre sorunları yönünden düşünülürse, konu son derecede önemlidir. Çünkü, geri kazanılmış bir ton kağıt demek, ortalama 17 çam ağacının baltadan kurutulması demektir. Bu alanda yapılacak iş belki de suni bir fiyat farkı yaratarak direkt olarak imal edilen kağıtların fiyatını yüksek tutmaktır. Böyle bir fiyat politikası ise ancak halkın desteğiyle gerçekleşebilir. Geri kazanılmış kağıtlar halen daha çok yumurta ambalajı, çimento torbası, duvar kağıdı, yalıtım maddeleri ve malzemeleri yapımında kullanılmaktadır.

- **Plastikler**
- Plastikler özellikle ambalaj malzemesi olarak gittikçe artan oranda kullanılmaktadır. Plastiklerin geri kazanılması ve işlenerek ikincil malzeme olarak kullanılması diğer atık maddelere göre daha kolaydır. Geri kazanılan plastikler hijyen gerektirmeyen pis su boruların yapımında ve ambalaj malzemesi olarak kullanılabilmektedir.

- **Organik Maddeler**: Organik maddeler daha yararlı maddelere dönüştürülebilir. Bu amaçla kompozit metodu denen bir metot kullanılır. Bu metodla katı atıklar aerobik olarak parçalanır. Bunun için atıklar önce organik ve inorganik diye ikiye ayrılır (bu ayırma daha önce evlerde veya fabrikalarda yapılır).
- Bu alanda geliştirilen bir metotla organik maddeler bir hücreye yaklaşık 3 metre genişliğinde ve 2 metre yüksekliğinde yığınlar haline getirilir. Yığınlarda aerobik hayatın başlaması ve devam etmesi için hücre nemlendirilir ve yeterli oksijen akımında tutulur. Yığınlar, yeterli nem ve oksijenle temasa gelmeleri için zaman zaman döndürülür. Bir hücreye bir pencere de denir. Bir hücre veya pencere içindeki sıcaklık gelişen aerobik hayatla $60^{o}C$'a kadar yükselebilir. Bu arada pH da önce bir düşme görülür, ondan sonra yaklaşık 7 olur ve bu değer sabit kalır. Gerektiği hallerde yığınlara ayrıca bir miktar besleyici azotlu ve fosforlu maddeler konur. Yığınlardaki nem ve besleyici maddeler aerobik hayat için çok önemlidir. Nemin %40-60 olması istenir. Şehir artıkları aerobik hayat için gerekli bütün bakterileri ihtiva eder ve aerobik hayat yaklaşık iki haftada tamamlanır. Bir komposting hücresindeki aerobik hayatın durması, hücredeki sıcaklık düşmesinden anlaşılır. Bu şekilde elde edilen kompost veya kalıntı, toprak kokusunda, koyu kahve renkli bir maddedir.
- Otomatik pencereli hücrelerde mayalanmanın bitmesi veya aerobik hayatın sona ermesi bir kaç günde tamamlanır.

Radyasyon ve Nükleer Kirlilik ?

Çizelge 3.1
Yakıt Türlerine ve Kaynaklarına Göre Genel Enerji Talebi (Mtoe)
(2000-2020)

	Yıl			
Tür ve kaynak	2000	2005	2010	2020
Taşkömürü	9.983	9.277	15.541	77.199
Linyit	13.219	16.765	24.113	30.331
Asfaltit	0.009	0.043	0.043	0.043
İkincil kömür	1.635			
Petrol	32.595	43.806	51.165	71.894
Doğal gaz	13.327	34.060	49.580	74.505
Nükleer				7.297
Hidrolik	2.656	3.092	5.339	10.002
Rüzgar	0.003	0.004	0.449	1.146
Güneş	0.262	0.375	0.602	1.119
Jeotermal	1.792	2.116	2.619	4.733
Ticari olmayan kaynaklar	6.457	5.325	4.417	3.925
Net elektrik ithali	0.288	0.295		
Toplam birincil enerji talebi	82.226	115.158	153.868	282.194

Kaynak: ETKB, 2002.

Dünyadaki Nükleer Santraller

Dünyada kullanılan elektriğin % 20 sini sağlar.

Dünyada kullanılan enerjinin % 7 sini sağlar.

Fosil yakıtlara yakın fiyatlarda elektrik üretirler.

Nükleer reaktörler sıfır duman ve CO_2 yayılmasına sahiptir.

31 ülkede 440 nükleer santral vardır, 30 tanesi de yapım aşamasındadır.

Toplam olarak 351 milyar watt lık elektrik üretirler.

Ülke	reaktör sayısı	Elektrik üretimi kWh
ABD	103	754
Fransa	59	395
Japonya	53	305
İngiltere	35	78
Almanya	19	160
Rusya	29	120
Güney Kore	16	103
Kanada	14	69
Hindistan	14	14
İsveç	11	55
21 Diğer ülkeler		
Toplam	437	2,447

Kullanılan reaktör tipleri

Reaktör Tipi	Moderator	Soğutucu	Açıklama
Gaz Soğutmalı Reaktör (GCR or AGC)	Grafit	Su	CO_2 Soğutmalı, ısı değiştiricili İlk olarak İngiltere' de yapıldı
Basınçlı su reaktörü (PWR)	Su	Su	24 ülkede 50%den fazlası bu tiptir Su basıncı = 2000 psi
Kaynar su reaktörü (BWR)	Su	Su	2. yaygın reaktör, >10% Su basıncı = 1000 psi
Kanada Döteryum U. (CANDU)	Su	Su	Doğal uranyum yakıtı (<1% U235) Çalışırken yakıt eklenebilir
Çernobil Tipi (RBMK)	Grafit	Su	2% zenginleştirilmiş yakıt. Halen Rusya'da 11 Litvanya'da 2 tane
Hızlı Breeder Reaktörü (FBR)	na	Sıvı sodyum	%85 ^{238}U ve %15 ^{239}Pu karışımını yakıt olarak kullanır

Radyoaktiflik

Radyoaktiflik, kararsız bir çekirdekten $\alpha(^{4}_{2}He)$, β^{-} , β^{+},parçacıklar salınması çekirdeğin en içteki elektron tabakasındaki elektronları yakalaması ve kararsız çekirdek tarafından elektromanyetik ışın (γ) yayılmasıdır. γ ışını yayılması dışındaki radyoaktif bozunmalar bir elementin başka bir elemente dönüşmesine neden olur.

- *Alfa parçacıkları yayılması* $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$
- Beta(-) parçacığı yayılması , $^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}\beta + \nu$; $^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}\beta$
- Beta(+) parçacığı, pozitron yayılması $^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}\beta + \nu$; $^{30}_{15}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{+1}\beta$
- *Elektron Yakalanması* $^{202}_{81}Ti + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{202}_{80}Hg$ (arkasından X ışını yayınlanır)
- *Gama ışınları(γ)* $^{234}_{92}U \rightarrow {}^{230}_{90}Th^{*} + {}^{4}_{2}He$ $\quad {}^{230}_{90}Th^{*} \rightarrow {}^{230}_{90}Th + \gamma$

Atom numarası 83 den büyük olan bütün elementler radyoaktiftir. Atom numarası daha küçük olan radyoaktif çekirdeklerin çoğu, uygun çekirdeklerin enerjili parçacıklarla bombardımanından yapay olarak elde edilirler. Doğal olarak bulunanların sayısı azdır. Çekirdek tepkimelerinin yazılışında genel kural, eşitliğin her iki tarafındaki atom numaraları ve kütle numaraları toplamlarının birbirine eşit olmasıdır.

- Proton ve nötronlardan çekirdek oluşurken salınan enerji miktarı, kütle numarasının fonksiyonu olarak grafiğe geçirilebilir. Böyle grafikler ağır çekirdeklerin parçalanmasının (fisyon) ve hafif çekirdeklerin birleşmesinin (füzyon) çok miktarda enerji vereceğini gösterirler. Nükleer reaktörlerin temeli fisyon ve füzyon; yıldızların enerji yaymasının temeli füzyondur. (hidrojen atomlarından helyum oluşumu esnasında açığa çıkan enerjidir)

- Radyoaktif bozunmanın hızı (madde örneğinin bozunma hızı) atom sayıları ile doğru orantılıdır. Bozunma tepkimesi birinci dereceden tepkime kinetiğine uyar.
- $Ln([A]_t/[A]_0)=-kt$
- Radyoaktif çekirdeklerin bozunma hızlarının ölçümü ile ilgili çeşitli uygulamalar vardır. Bu uygulamalardan bazıları, kayaların ve karbon içeren cisimlerin yaş tayinidir.
- Bir çekirdek tepkimesine ilişkin enerji değişimi $E=mc^2$ ile gösterilir.
- M, kg, c; m/s , E; Joul. MeV (megaelektronvolt) 1eV; 1,6022. 10^{-19} J. 1 MeV: 1,6022. 10^{-13} J.

Fisyonu başlatmak için nötron bombardımanına ihtiyaç vardır.

$$^{238}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{239}_{92}U$$

$$^{239}_{92}U \rightarrow {}^{239}_{93}Np + {}^{0}_{-1}\beta$$

$$^{239}_{93}Np \rightarrow {}^{239}_{94}Pu + {}^{0}_{-1}\beta$$

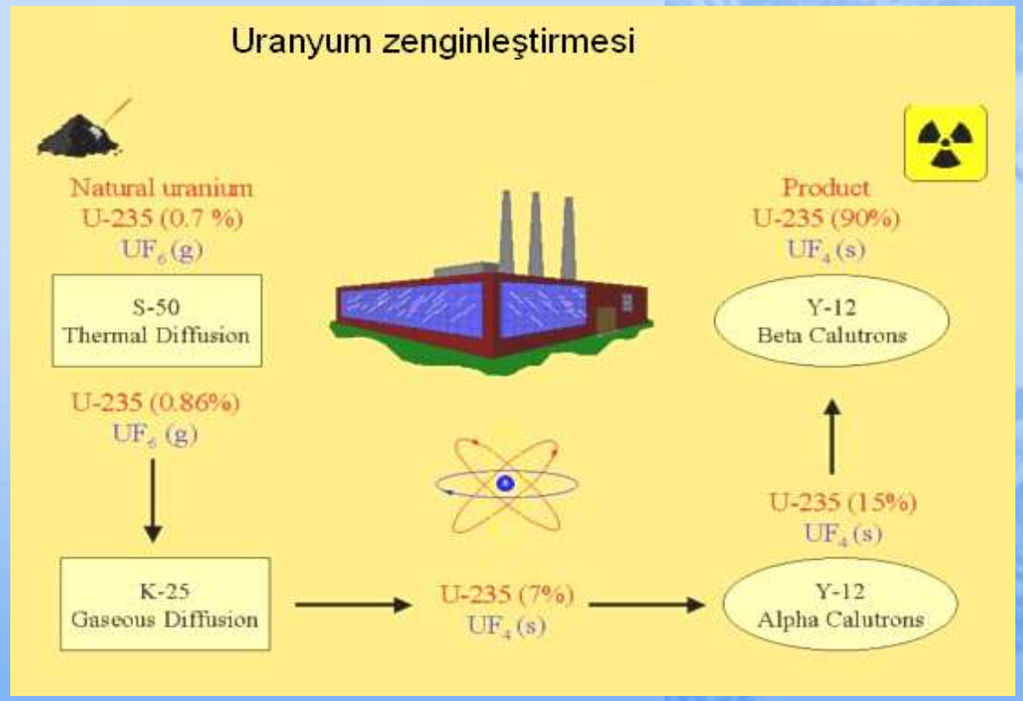
4 radyoaktif seri vardır.

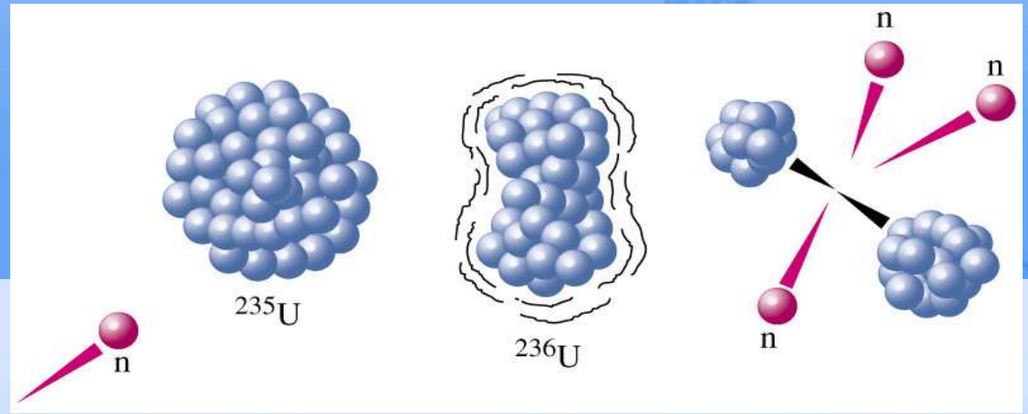
Uranyum serisi: $^{238}U \rightarrow {}^{206}Pb$ doğal

Aktinyum serisi : $^{235}U \rightarrow {}^{207}Pb$ doğal

Toryum serisi : $^{232}Th \rightarrow {}^{208}Pb$ doğal

Neptunyum serisi : $^{237}Np \rightarrow {}^{209}Bi$ yapay


Uranyum zenginleştirmesi
Natural uranium
U-235 (0.7 %)
UF_6 (g)
S-50
Thermal Diffusion
U-235 (0.86%)
UF_6 (g)
K-25
Gaseous Diffusion
U-235 (7%)
UF_4 (s)
Product
U-235 (90%)
UF_4 (s)
Y-12
Beta Calutrons
U-235 (15%)
UF_4 (s)
Y-12
Alpha Calutrons


n
^{235}U
^{236}U
n
n
n

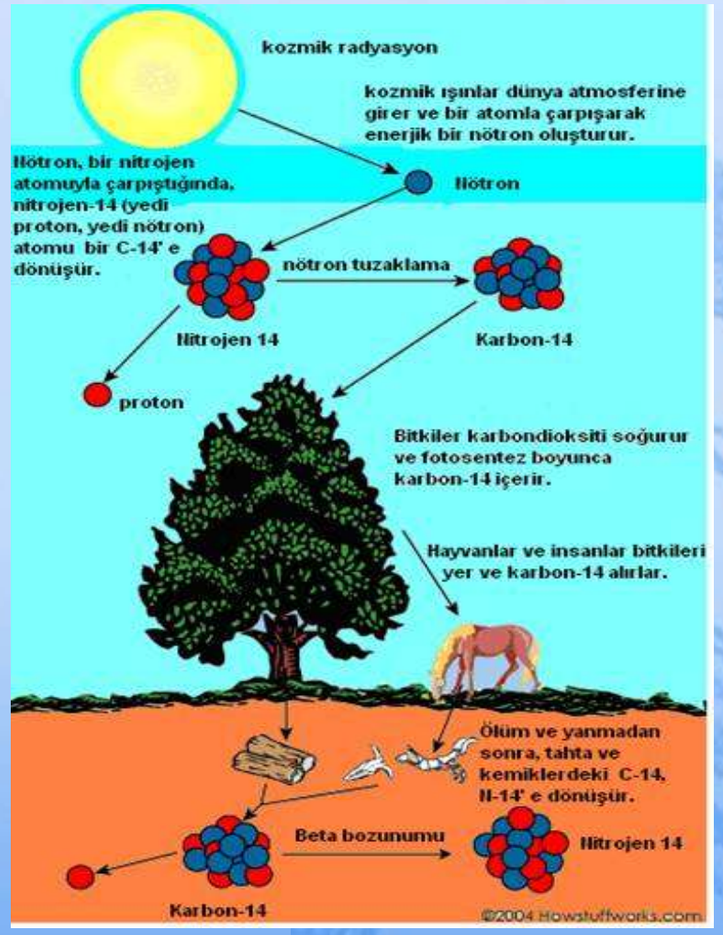
Radyoaktif bozunmaya dayalı yaş tayini

1-Radyokarbon yaş tayini:

"Radyokarbon," sabit olmayan (C^{14}) izotopuna verilen isimdir. (C^{12}) ise "tabii karbon" olarak adlandırılır ve radyoaktif değildir. Radyokarbon, atmosferin üst kısmında, kozmik radyasyonla, atmosferdeki (N^{14})'ün aralarındaki reaksiyonlar sonucu meydana gelir. (C^{12}) , altı proton, altı nötron ve altı orbit elektron taşır. (C^{14}) çekirdeğinde ise sekiz nötron bulunur. Bu iki fazla nötron, atomu kararsız hâle getirir. Nötronlardan biri beta partikülü vererek yedi protonlu ve yedi nötronlu bir çekirdek içerir. Bu yeni yapı, (N^{14}) 'tür. Böylece kararsız (C^{14}), kararlı (N^{14}) 'e dönüşür. Yarılanma ömrü de 5730 yıldır.

Atmosferde bulunan, C^{14} derhâl CO_2 hâlinde oksitlenir ve havaya, suya ve organizma bünyesine yayılır. Normal olarak, havadaki radyoaktif karbondioksit ile radyoaktif olmayan karbondioksit oranının, dolayısıyla C^{14}/C^{12} oranının sabit olduğu, bu sabit orana ulaşabilmek için de 100 yılın geçtiği kabul edilir.

Canlı organizmalardaki C^{14}/C^{12} oranının da sabit olması beklenir. Organizma yaşadığı sürece bu oranın eşitliği değişmez. Fakat canlı organizma ölünce, havadan CO_2 alamayacağı için C^{14}'ün C^{12}'ye oranı gittikçe azalacaktır.



Bu azalma 1/2 değerini bulduğu zaman, o organizmanın ölümünden itibaren geçen sürenin 5730 yıl olması gerekir. Çünkü C^{14}'ün yarı ömrü 5730 yıldır. Beş yarı ömürde, yani yaklaşık 29 bin yılda orijinal radyokarbon miktarının sadece 1/32'si serbest bırakılacaktır.

Radyokarbon Metodu, en çok 80 bin yıl öncesine kadar uzanan süreleri tespit için kullanılabilmektedir. Daha yaşlı materyaller, Uranyum Metodu'yla test edilmelidir.

Radyokarbon testi, bir zamanlar canlı olan varlıkların kalıntıları üstünde çalışır; meselâ binlerce yıl öncesine ait bir mezardaki kemikler veya ağaçtan yapılmış direkler gibi. Böyle organik bir maddenin yaşını tayin etmek için kalan radyokarbon miktarını saymak, buradan da canlının ne zaman radyokarbon almayı durdurduğu yani ne zaman öldüğü sonucunu çıkarmak gerekmektedir.

2-Potasyum-Argon Metodu

Potasyum mineralleri volkanik kayaların büyük çoğunluğunda ve bazı tortul kayaçlarda bulunurlar. Geniş kullanım alanları vardır. Potasyum 40, yarı ömrü 1.3 milyar bir hızla, elektron yakalama olayıyla Argon 40'a dönüşür.

K-Ar ve ^{40}Ar-^{39}Ar yaş tayini , analizi yapılacak mineral, ya da kayacın potasyum içermesine bağlıdır. Potasyumun doğada en çok rastlanılan elementlerden birisi olması ve amfibol, biyotit, muskovit, K-feldispat gibi kayaç yapıcı minerallerin potasyum içermeleri (Heier ve Adams, 1964) bu yöntemlerin yaygın olarak kullanılmalarını sağlamıştır. Bu iki yöntemin temelinde ^{40}K'ın radyoaktif bozunumu ile ^{40}Ar'a dönüşmesi yer alır (Goodman ve Evans, 1941; Aldrich ve Nier, 1948). Ayrıca argon gazının asal gaz olması, dolayısıyla başka iyonlarla bileşik yapma durumunun bulunmayışı ve kolay ölçülebilmesi bu yöntemlerin ortaya çıkışında önemli bir avantaj olmuştur.

3-Rubidyum-Stronsiyum Metodu

Bu metot, ^{87}Rb'nin 47 milyar yıllık yarılanma süresiyle ^{87}Sr'ye dönüşmesine dayanır. Rubidyumun yarılanma süresi bazı otoriteler tarafından 60 milyar yıl, bazıları tarafından da 120 milyar yıl olarak kabul edilir. Bu metodun uranyum metoduna göre ayarlanması gerekir. Dolayısıyla uranyum yaş tayin metodundan daha güvenilir değildir. Gerek uygulama yönünden gerekse uygulamada karşılaşılan hususlar bakımından Potasyum-Argon Metodu ile Rubidyum-Stronsiyum Metodu ve diğer radyoaktif metotlar, Uranyum Metodu'yla benzerlik gösterirler.

4- Uranyum yaş tayin metodu

U^{238} , U^{235} , Th^{232} ; Bunlar belli oranlarda helyum atomunu verecek şekilde kurşun içerirler.

$$U^{238} \text{----> } Pb^{206} + 8\ He^{4}$$

$$U^{235} \text{----> } Pb^{207} + 7\ He^{4}$$

$$Th^{232} \text{----> } Pb^{208} + 6\ He^{4}$$

Normal kurşun minerali olan galenitte (PbS) kurşunun üç izotopu bir arada yer alır. Bu elementleri içeren herhangi bir tabakada kurşunun dördüncü bir izotopu olan Pb^{204}'ü, diğer izotoplarla birlikte bulmak mümkündür. Bundan dolayı ona "yaygın kurşun" denir.

Radyoaktif elementlerde belirli bir zamanda bozunum yoluyla meydana gelen atom sayısı (n) ile, mineralde bulunan radyoaktif elementin atom sayısı (N) doğru orantılıdır.

Matematiksel olarak bu kanun; $\mathbf{n = N.e^{-\lambda t}}$ formülüyle gösterilir.

n = "t" zaman sonra kalan atom sayısı

N = Zamanın başlangıcında, yani t=0 olduğunda mevcut olan atom sayısı.

$e^{-\lambda t}(l)$ = Radyoaktif bozunum sabitesi (her element için karakteristiktir.

Başlangıçta numunede bulunan radyoaktif elementin ve bugüne kadar radyoaktiviteyle meydana gelmiş elementin miktarı bilinirse, radyoaktivite kanunlarıyla son miktarın oluşumu için geçen müddet hesaplanabilir.

Bozunum hızı, zaman ve radyoaktif izotopların yaşına bağlı değildir. Bu hızı istatistiki olarak tespit mümkündür. Meselâ radyumun 10 milyon atomundan (N) her yıl 4 bin 273 tanesi (n) bozunuma uğrar. Burada n/N oranına **"bozunum sabitesi"** denir. Bu değer, radyum için yıl başına:

$l = n / N = 4273 / 10^{7}$

l = 0.0004273 eder.

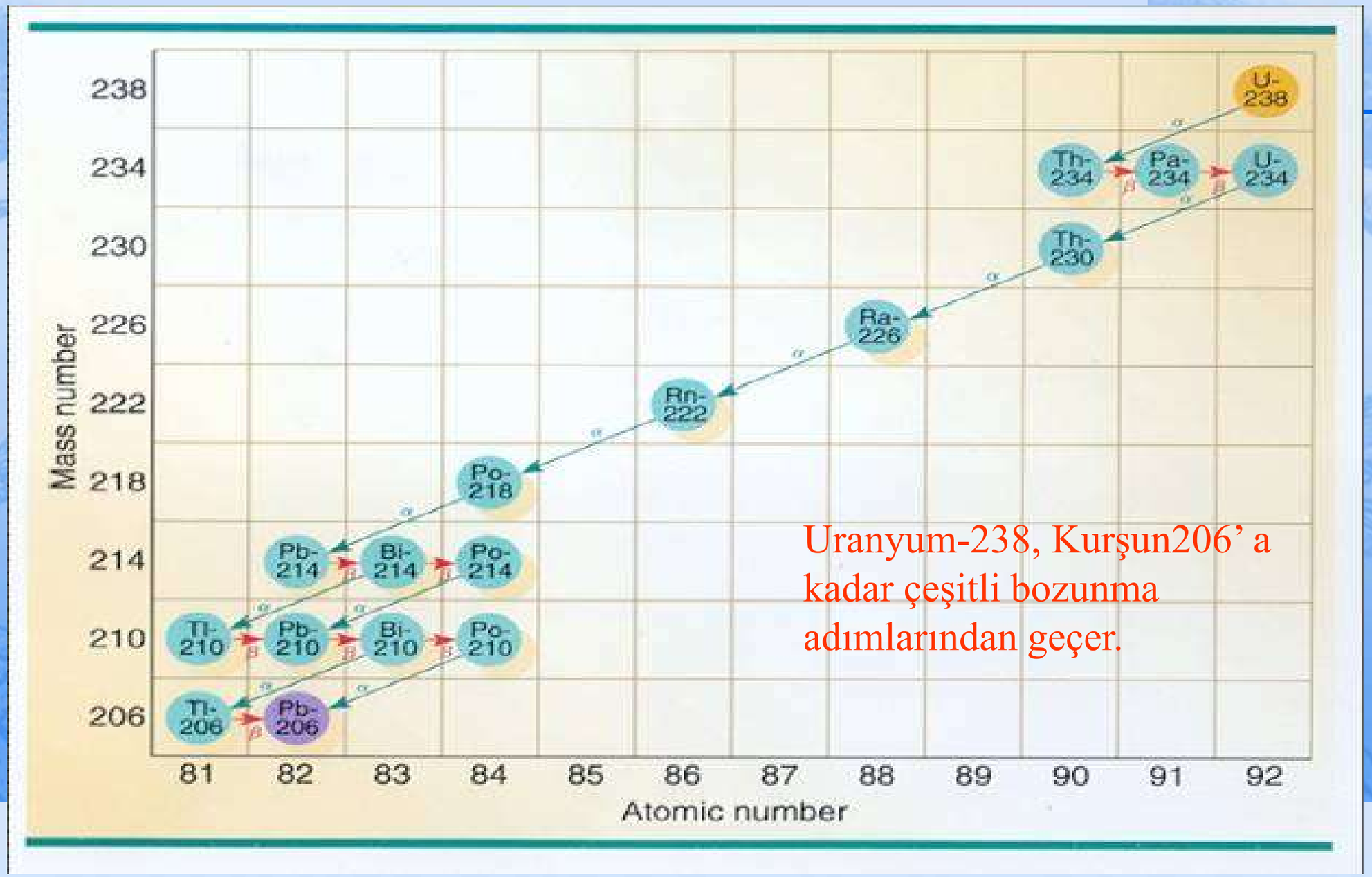
Yarı ömrü ise:

T= 0.693 / l

T = 0.693 / 0.0004273 = 1622 yıldır.

Metodun hataları:

Uranyum mineralleri her zaman açık sistemlerde bulunur. Uranyum bozunum hızı değişken de olabilir. Oğul ürünler, kayacın ilk teşekkülünde orada yer almış olabilir. Oğul ürünlerin hepsi o kayaca has olmayabilir.


238
234
230
226
222
218
214
210
206
Mass number
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
Atomic number
U-238
Th-234
Pa-234
U-234
Th-230
Ra-226
Rn-222
Po-218
Pb-214
Bi-214
Po-214
Tl-210
Pb-210
Bi-210
Po-210
Tl-206
Pb-206
α
β
Uranyum-238, Kurşun206' a kadar çeşitli bozunma adımlarından geçer.

Nükleer Reaktörler

- Nükleer reaktörlerde 2 farklı elektrik enerjisi üretim yolu vardır.
- Nükleer fisyon(çekirdek parçalanması)
- Nükleer füzyon(çekirdek birleşmesi)

- Nükleer fisyonda Uranyum 235, Plutonyum 239 gibi ağır çekirdekler parçalanarak enerji açığa çıkartırlar.
- Nükleer füzyonda ise Hidrojen gibi hafif atomlar birleşerek enerji açığa çıkartırlar.

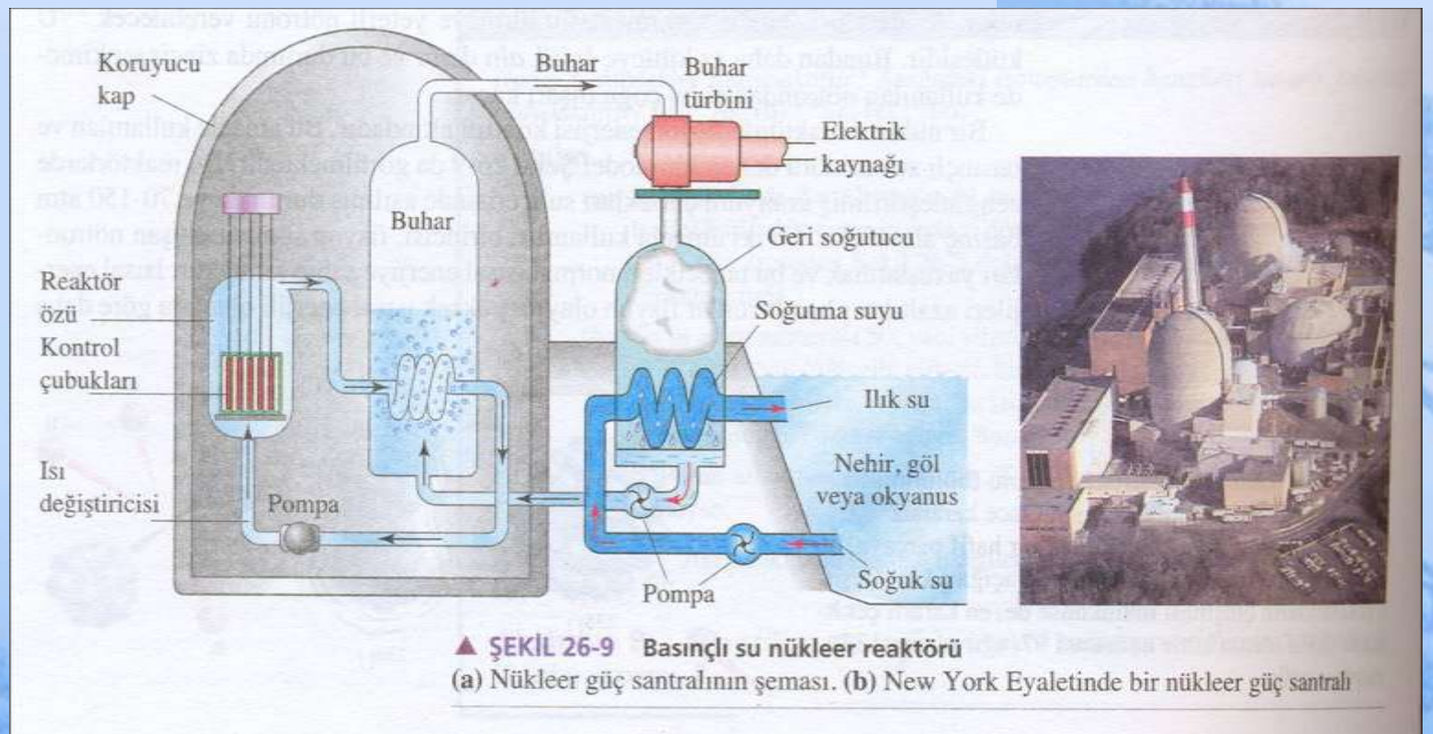
Basınçlı Su Reaktörü (PWR: Pressurized Water Reactor)

PWR tipi reaktör tasarımı, ABD donanmasının nükleer denizaltı yapım programı sırasında düşünülmüştür. İlk prototip olan STR MARK-I reaktörü 1953 Mart'ında kritikliğe eriştikten 2 yıl sonra, 1955 Ocağında ilk nükleer denizaltı Nautillius ile denize indirilmiştir. Bugün, dünyada ticari olarak en yaygın kullanılan reaktör sistemidir. %2,5 ila %3 oranında zenginleştirilmiş uranyum yakıtla çalışır.

Bir nükleer santralde fisyon enerjisi kontrol altındadır. Bu amaçla kullanılan basınçlı su reaktörü yandaki şekilde görülmektedir.

Bu reaktörlerde zenginleştirilmiş uranyum çubukları su içersinde asılmış durumda ve 70-150 atm basınç altındadır.

Ayrıca; Gaz soğutmalı Hızlı, Çok yüksek sıcaklık, Erimiş Tuz, Kurşun soğutmalı Hızlı , Sodyum soğutmalı hızlı nükleer santral tipleri de mevcuttur.



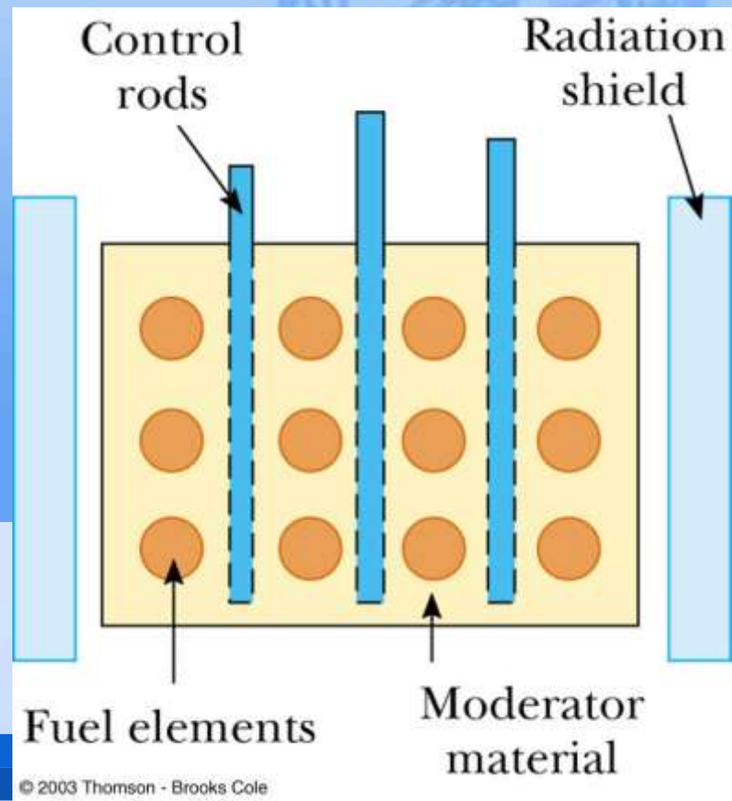
▲ ŞEKİL 26-9 **Basınçlı su nükleer reaktörü**
(a) Nükleer güç santralının şeması. (b) New York Eyaletinde bir nükleer güç santralı

Su iki amaçla kullanılır. İlki fisyon sunucu oluşan nötronları yavaşlatmak ve bu tanecikleri normal ısı enerjisine sahip kılmaktır. Isı enerjileri azaltılmış nötronlar fisyon olayını yüksek enerjili olanlara göre iyi uyarırlar. Burada su yavaşlatıcıdır. İkinci görevi ise ısı transferi ortamını oluşturmaktır. Fisyon enerjisi suyu ısıtır(300 °C) Çok sıcak olan su ısı değiştiricide soğuk su ile temas ettirilir. Böylece soğuk su buhara dönüştürülür. Buhar da elektrik üreteçlerini döndüren türbinleri çalıştırır. Nükleer reaktörlerin son bileşeni ise genelde kadmiyumdan yapılan ve nötronları soğuran kontrol çubuklarıdır. Bu çubuklar reaktör içine indirildiklerinde fisyon işlemi yavaşlar. Yoğuşturucuda sıvı fazına dönen ikincil devre soğutucusu yeniden buhar üreticisine gönderilir.Reaktör kontrolünde ve kapatmada kullanılan kontrol çubukları, sistem basıncını ayarlayan basınçlayıcı ve bir kaza durumunda reaktör kalbini soğutan acil durum kalp soğutma sistemi önemli bileşenler arasında sayılabilir.

$^{235}_{92}U$ bölünmesinde bölünme başına 2,5 nötron meydana gelir.Bu nötronlar da ortalama iki ya da daha fazla bölünmeye neden olur. İkinci bölünmeden çıkan nötronlar da dört ya da beş bölünme sağlar. Bölünme artarak devam eder. Sonuç zincir tepkimesidir. Eğer tepkime kontrol edilmezse salınan enerji patlamaya neden olur. Atom bombasının temeli budur. Kontrolsüz patlamanın olabilmesi için Uranyumun kritik kütleye erişmesi gerekir. Kritik kütle , zincir tepkimeyi sürdürmeye yeterli nötronu verebilecek uranyum kütlesidir.

$$^{235}_{92}U + 1\ ^{1}_{0}n \rightarrow \text{Fisyon ürünleri} + 3\ ^{1}_{0}n + 3.20\times10^{-11}\ J$$

- Bir tek uranyum çekirdeğinin parçalanmasıyla $3{,}2.10^{-11}$ J lük enerji açığa çıkar. Bu değer 1 g uranyum için
- 1 g ^{235}U ; $1/235 = 4{,}255.10^{-3}$, $4{,}255.10^{-3} \times 6{,}02.10^{23} = 2{,}56.10^{21}$ tane ^{235}U.
- 1 ^{235}U $3{,}2.10^{-11}$ J enerji açığa çıkarsa
- $2{,}56.10^{21}$ tane ^{235}U X
- $X = 8{,}192.10^{10}$ J
- Bu miktar yaklaşık 3 ton kömürün tam yanmasından açığa çıkan enerjiye eşittir.



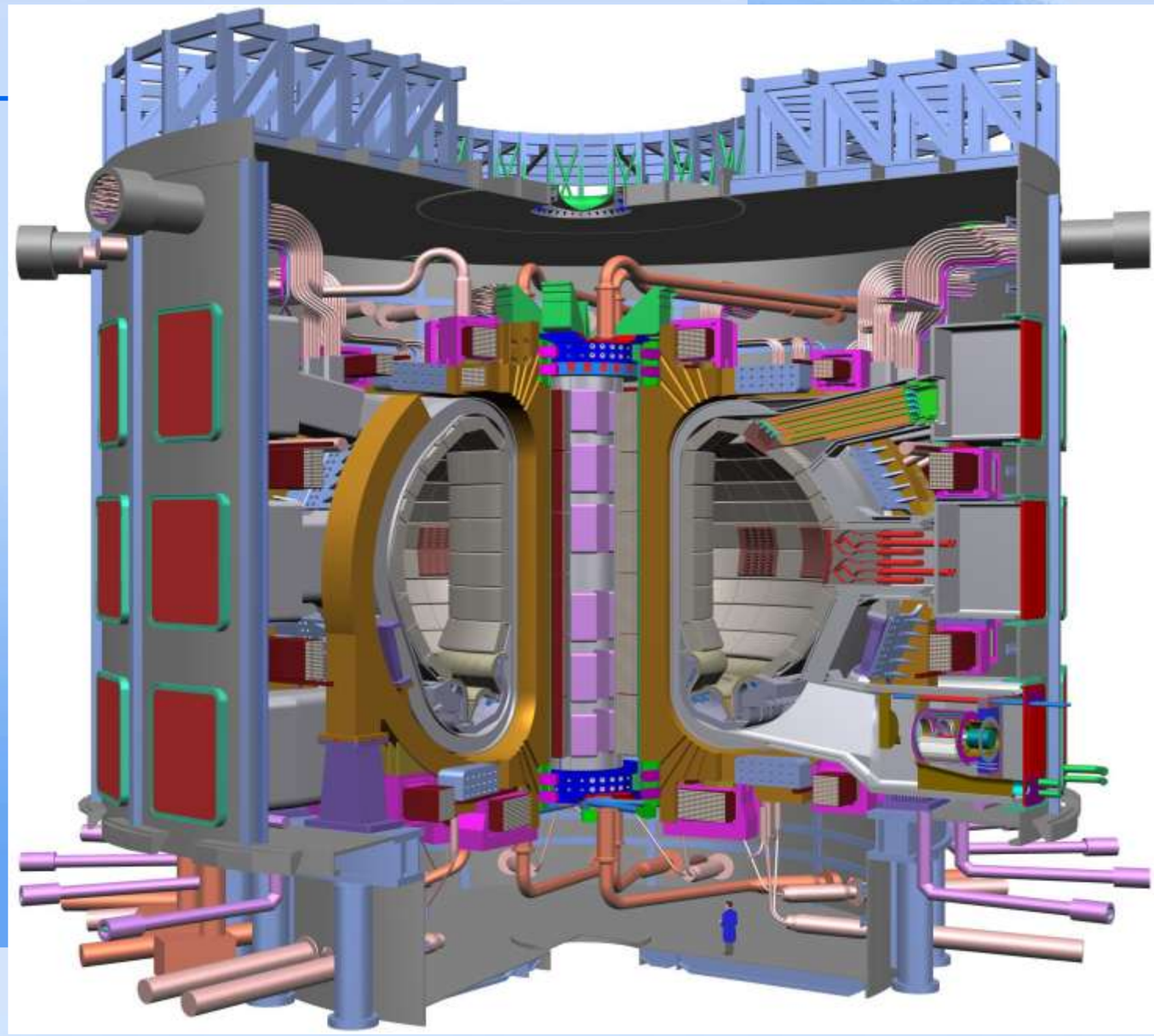
Tokamak Füzyon Reaktörü

Kendilerine nötron sağlayan füzyon sürücüleri açısından, hibrid reaktörler, üç ana grupta toplanabilir. Bunlar sırasıyla,

a-) Tokamak sürücülü hibrid sistem

b-) Ayna tipi sürücülü hibrid sistem

c-) Atalet özellikli füzyon sürücülü hibrid sistem



- **1.a) Klasik Füzyon Yakıtı**
- **$_1^2D + _1^3T \rightarrow _2^4He + _0^1n + 17,586$ MeV**
- **1.b) Geliştirilmiş Reaktörlerde kullanılabilecek Füzyon Yakıtları**
- **$_1^2D + _1^2D \rightarrow _1^1 p + _1^3T$ (%50) + 4,032 MeV**
- **$_1^2D + _1^2D \rightarrow _2^3He + _0^1n$ (%50) + 3,267 MeV**
- **$_1^2D + _2^3He \rightarrow _1^1 p + _3^4He$ + 18,341 MeV**
- **$_1^2D + _3^6Li \rightarrow 2\ _2^4He$ + 22,.384 MeV**
- **$_1^2D + _3^7Li \rightarrow _3^7Be + _0^1n$ + 3,380 MeV**
- **$_1^2D + _3^7Li \rightarrow _2^3He + _2^4He + _0^1n$ + 1,796 (MeV)**

- Yakıtının kolay elde edilebilir oluşu ve yapısındaki artık radyoaktivite, malzemeyle nötronların etkileşiminden meydana gelir.Nötron bakımından zayıf olan füzyon reaktörleri, eşdeğer güç çıkışlı klasik nükleer reaktörlerle karşılaştırıldığında daha düşük radyoaktif artık üretecektir. Ancak teknolojik üretimindeki zorluklar nedeniyle deneme aşamasındadır.

Radyoaktif Atıklar ve Çevreye Etkileri

- Nükleer yakıtların en önemli avantajı, fosil yakıtlar gibi çevreye kükürt ve azot oksitleri salmaması ve CO_2 gibi küresel ısınmaya neden olan ürünler vermemesidir. Ancak, nükleer yakıtların da kendine özgü bir çevresel etkisi vardır. Radyoaktif atıklar giderilmesi en zor çevre sorununa neden olurlar .
- Radyoaktif atıklar başlıca iki sınıfa ayrılabilirler: Düşük düzeyde etkili olan atıklar (radyoaktif maddelerle çalışırken kullanılan eldivenler, giyilen koruyucu elbiseler ve laboratuar ve tıpta kullanılan çözeltiler gibi). Bu sınıftaki radyoaktif elementlerin yan ömürleri nispeten kısadır (en fazla 30 yıl) ve etkinlikleri düşüktür. Bunlar beton bloklar içine konup toprağa gömülebilirler ve 300 yıl sonra radyoaktif özellikleri kaybolur.

Tablo ; Bazı radyoaktif çekirdeklerin yarı ömürleri

Çekirdek	Yarı ömür	Çekirdek	Yarı ömür	Çekirdek	Yarı ömür
$^{3}_{1}H$	12,26 y	$^{40}_{19}K$	$1,25 \times 10^{9}$ y	$^{214}_{84}Po$	$1,64 \times 10^{-4}$ s
$^{14}_{6}C$	5730 y	$^{80}_{35}Br$	17,6 dk	$^{222}_{86}Rn$	3,823 g
$^{13}_{8}O$	$8,7 \times 10^{-3}$ s	$^{90}_{38}Sr$	27,7 y	$^{226}_{88}Ra$	$1,60 \times 10^{3}$ y
$^{28}_{12}Mg$	21 sa	$^{131}_{53}I$	8,040 g	$^{234}_{90}Th$	24,1 g
$^{32}_{15}P$	14,3 g	$^{137}_{55}Cs$	30,23 y	$^{238}_{92}U$	$4,51 \times 10^{9}$ y
$^{35}_{16}S$	88 g				

y; yıl , g; gün, sa; saat, dk; dakika, s; saniye

Asıl sorun, nükleer reaktörlerde kullanılan yakıt çubuklarının ve yüksek etkinlikteki diğer atıkların çevresel etkilerinden kurtulmaktadır. Yakıt çubukları, önemli miktarda uranyum ve plütonyumun parçalanmasından meydana gelmiş çok sayıda radyoaktif element taşırlar. Yarı ömrü 24 000 yıl olan plütonyum çok zararlıdır ve herhangi bir nükleer kazada geniş bir alanın uzun süreli olarak kirlenmesine neden olur.

Işımanın Maddeye etkisi

- Maddelerle etkileşen α , β, γ, ışınlarının arasında önemli farklar olmakla beraber, bunların ortak özelliği atomlardan elektron koparmaları ve atomları iyonlara dönüştürmeleridir. Bu ışınların iyonlaştırma gücü, maddenin 1 cm lik bir kısmında oluşturdukları iyon çiftleri sayısı ile ölçülür. İyon çifti, açığa çıkan elektron ve oluşan pozitif iyondur. İyonlaştırma gücü en fazla olan α, *sonra* , β, parçacıkları ve γ ışınıdır. Parçacıklarla atomların doğrudan çarpışmasından oluşan elektronlarla birincil iyonlaşma, Bu elektronların enerjileri yeterince büyükse ikincil iyonlaşmalar meydana gelir. Bütün madde ışın etkileşmeleri iyonlaşmaya neden olmaz. Bazıları da atom ya da molekülde uyarılmalara neden olabilir. Bu uyarılma da molekül veya iyonların temel hale dönerken, X, UV, GB, ışını vermesiyle sonuçlanır.

- İyonlaştırıcı ışınlar Geiger-Müller sayacı ile belirlenir. Yeryüzündeki doğal kaynaklardan yayılan temel iyonlaştırıcı ışınlar hayatı engellemez. Ancak Zenginleştirilmiş radyoaktif kaynaklardan yayılan ışınların canlılara etkisi maddeye etkisi gibidir. Yoğun iyonlaştırıcı ışınlara maruz kalan canlılarda hücre kromozomlarında değişmeler meydana getirir.Kromozomlar DNA lardan meydana gelirler. DNA lar da genetik bilginin taşındığı genlerdir.İyonlaştırıcı ışına maruz kalan canlılarda DNA ların ve diğer bazı önemli moleküllerin bağlarının kopma ihtimali vardır. Hücrelerin su içerikleri radyoaktif ışınlarla iyonlaşarak hayli reaktif olan serbest radikal oluşturabilir.
- $H_2O \Leftrightarrow H_2O^{\cdot +} + é$
- $H_2O^{\cdot} \Leftrightarrow H^+ + {}^{\cdot}OH$
- $H^+ é \Leftrightarrow H$
- ${}^{\cdot}OH + {}^{\cdot}OH \quad H_2O_2$
- Işımanın canlılara etkisi ile maddeye etkisi arasında fark yoktur. Düşük dozlardaki maruziyet bile sakat doğumlara, lösemiye, kemik kanserine neden olmaktadır.
- Radyoaktif ışıma kansere neden olurken , kanser tedavisinde de γ ve X- ışınları kanserli hücrelerin büyümesini durdurmak amacıyla kullanılır.

Işın Dozu;

- Bir maddenin maruz kaldığı ışın miktarını belirlemede kullanılan birimlerden birisi de **rad** dır. Bir **rad** 1 kg madde başına 0,01 J enerji depolayabilen ışın dozudur. Canlılarda 1 **rad** lık dozda ışın absorpsiyonu etkisi değişkendir. **Rem**, **rad**'ın *bağıl biyolojik etkinlik* Q(Q çarpanı; X ışınları, β ve γ için 1; yavaş nötronlar için 3; protonlar ve nötronlar için 10, α *tanecikleri için 20 dir)* ile çarpılması ile elde edilir. 1000 **rem** lik bir ışının kısa süreli etkimesi etkilediği nüfusun tamamını öldürür. 450 **rem** 30 günde %50 ölüme neden olur. 1 **rem** lik tek bir ışıma 20-30 yıl süresinde 10000 de 1 kanser vakasının görülmesine neden olabilir. Doğal ışın kaynaklarından dünya nüfusunun çoğu kişi başına yılda 0,13 **rem** ışına maruz kalır. Buna karşılık bir röntgen filminden alınan ışın 0,020 **rem** dir.
- Işın etkisi ile ilgili hesaplamalar, Hiroşima ve Nagazakiye atılan atom bombalarının etkilerinden, Hamilelikte alınan röntgen ışınlarının doğan çocuklarda kanser türlerini artırmasına, Uranyum madenlerinde çalışan işçilerde görülen akciğer kanserlerinin artışına dayanmaktadır.Yıllık radyasyonun maruz kalmada tehlike sınırı üzerine tartışmalar olmakla beraber 0,17 **rem**/yıl üzerine yoğunlaşılmaktadır.
- Radyo aktif Bozunma Birimleri
- Bekerel; (Bq)= saniyedeki parçalanma
- Küri(Ci); 1 g radyumla aynı hızda ($3{,}70.10^{10}$ parçalanma /s)
- 1 Ci; $3{,}70.10^{10}$ Bq
- Absorplanan doz Birimleri
- Gray(Gy); Bir kg maddeye 1 Joul enerji depolayan ışın dozudur.
- 1 Sievert, Sv=100 remdir.

- α ışınları vücudu dıştan etkilediğinde zararsızdır ancak, soluma ya da sindirim yoluyla alınan tanecikler oldukça zararlıdır.
- X ışınları ve γ ışınları daha yüksek enerjili olduğundan canlı bünyesine çok zararlıdırlar.

- **Nükleer Reaktörlerin Çevreye Etkileri**

- Nükleer reaktörlerin çok olduğu ülkelerde, özellikle Amerika Birleşik Devletlerinde çok miktarda radyoaktif atık su altında geçici olarak depolanmakta ve sonsuza kadar saklanacağı yere götürülmeyi beklemektedir. Uygun depolama yerleri jeolojik bakımdan binlerce, onbinlerce yıl kararlı olmalıdır. Bu tür yerlerin seçimi için günümüzde büyük tartışmalar olmaktadır.
- Nükleer enerjiyi yoğun olarak kullanan Fransa değişik bir yol seçerek, nükleer atıkların *yeniden işlenmesine* yönelmiştir. Bunun için, yakıt çubuklarındaki uranyum ve plütonyum ayrılmakta ve yeniden yakıt çubukları haline getirilmektedir. Geriye kalan düşük etkinlikteki diğer atıklar yukarıda belirtildiği gibi saklanmaktadır. Bunların yarı ömürleri 100 yıl kadardır. Bunlar borsilikat camlarından yapılmış kaplar içinde saklanmaktadır. Bor elementi nötronları tutar. Bu radyoaktif camlar kapalı kaplara yerleştirilir ve özel depolara konur. Bu depolar en az 1000 yıl saklanabilecekleri mağaralara, özellikle son *buz* çağından beri jeolojik bakımdan korunmuş mağaralara yerleştirilir.
- Uranyum ve plütonyumun yeniden işlenmesi çok tehlikelidir ve çok dikkatli yapılmalıdır. Bu işlem genellikle uzaktan yönetilen cihazlarla yapılır. Yeniden işleme sürecinin önemli bir sorunu, geri kazanılan plütonyumun atom bombası yapılabilecek kalitede olmasıdır. Silah yapımının önlenebilmesi için çok sıkı önlemler alınmalıdır.

- Görüldüğü gibi, "temiz" nükleer enerji, asit yağmuru ve küresel ısınma gibi çevresel sorunlar taşımamasına karşın, kendine özgü sorunları da beraberinde getirmektedir. Yeni enerji kaynaklarının saptanması sırasında bilim kadar sosyal ve politik etkenler de önemlidir . Yeni bir enerji politikası oluştururken hangi riskleri ne kadar göğüsleyebileceğimiz göz önüne almalıyız. Yani, alacağımız risk getireceği yarara değer mi? Acaba nükleer enerji kullanarak girdiğimiz risk, fosil yakıt1arımn çevre kirlenmesi ve küresel ısınma risklerinden daha kabul edilebilir durumda mıdır? Yoksa, nükleer enerji kullanımını yaygınlaştırmak yerine, enerjinin daha verimli kullanılmasını mı sağlamalıyız? Bütün bu sorunlar önümüzdeki yıllarda daha ayrıntılı olarak tartışılacaktır .

Nükleer santral kazaları

Nükleer güç istasyonlarında yüksek hasarlı üç kaza olmuştur.

- 1979 da Pensilvanya yakınlarındaki Middleton "Three Mile Island" (TMI) nükleer güç istasyonunda meydana gelmiştir. TMI reaktörü suyun yavaşlatıcı ve soğutucu olarak kullanıldığı hafif su türü reaktördür. Bu kazada bazı soğutucular (aynı zamanda yavaşlatıcı) kaybolmuştur. Çok az yavaş nötron kaldığı için reaktördeki zincir tepkimeleri durmuştur. Bununla birlikte fisyon parçacıkları yakıt çubuklarının aşırı ısınmasına neden olarak bozunmaya devam etti. Kısmen erime oluştu ve bunun sonucu reaktörlerden birisi çatladı. Çatlama az miktarda radyoaktif buharın atmosfere yayılmasına sebep oldu. Reaktör kapatıldı, ancak robotlar yakıt çubuklarında önemli ölçüde hasar olduğunu tespit ettiler.





- 1986 da Ukrayna'da Çernobil'de oldu. Bu reaktörde yavaşlatıcı olarak grafit kullanılmaktaydı. Soğutucu yanlışlıkla kapatılınca zincir tepkimeleri kontrolden çıktı. Sıcaklık muazzam şekilde arttı ve erimeye neden oldu. Erime boyunca çubuklan çevreleyen grafit yavaşlatıcılar yandı ve radyoaktif dumanlar reaktör dışına taştı. Radyoaktif maddeler Avrupa, Kanada ve Amerikanın birçok yerine dağıldı. Çernobil kazasında sadece birkaç düzine insan ölmesine rağmen ileriki yıllarda radyasyonun neden olacağı kanser nedeniyle daha fazla kişi ölecektir. Çernobil'de meydana gelen kaza, soğutucunun yavaşlatıcı olduğu hafif-su reaktörlerinde meydana gelmez



- **Japonya, Fukuşima I Nükleer Santrali kazaları** Fukuşima Nükleer Santrali kazaları 9,0 büyüklüğündeki 2011 Tōhoku depremi ve tsunamisi sonrasında meydana geldi. Tsunami nükleer santraldeki üç etkin reaktörün kapatılmasına sebep oldu. Santral altı tane kaynayan su reaktörü nden oluşmaktadır..

Deprem meydana geldiğinde 3 reaktör bakım nedeniyle kullanılmamaktaydı. Diğer reaktörler depremden sonra otomatik olarak kapatıldı ve acil durum jeneratörleri reaktörleri soğutmak için su pompalarını çalıştırdı. Santralin 5.7 metrelik bir tsunamiye dayanabilecek önlem amaçlı bir duvarı vardı; fakat depremden 15 dakika sonra santral 14 metrelik bir tsunamiye maruz kaldı ve duvarın herhangi bir koruyucu etkisi olmadı. Tesisin elektrik şebekesiyle olan bağlantısı ciddi hasar aldı. Aşağıda bulunan jeneratörler de dahil olmak üzere tüm santral sular altında kaldı. Bunun sonucu olarak jeneratörler devre dışı kaldı ve santraldeki nükleer yakıt radyoaktivitenin bir etkisi olarak aşırı ısınmaya başladı. Tsunami nedeniyle meydana gelen su baskınları başka bölgelerden yardım gelmesini zorlaştırdı.

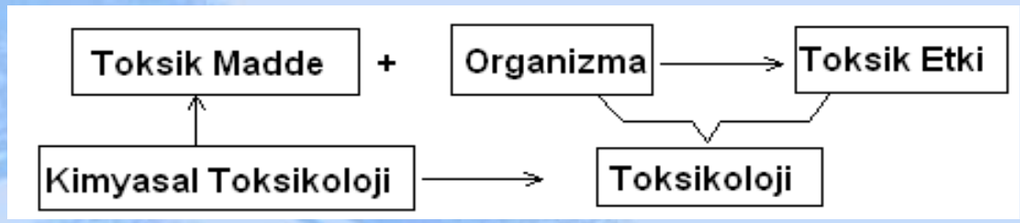
Kısa sürede 1, 2 ve 3 numaralı reaktörlerde kısmi erimenin kanıtları ortaya çıktı; hidrojen patlamaları sonucu 1, 3 ve 4 numaralı reaktörleri barındıran binaların tepe kısımları havaya uçtu; 2 numaralı reaktörün içindekiler bir patlama sonucu zarar gördü ve 4 numaralı reaktörde yangınlar meydana geldi. Bunun yanı sıra, 1-4 numaralı reaktörlerde saklanan kullanılmış yakıt tanklarındaki su seviyesinin düşmesi sonucu tanklarda aşırı ısınma meydana geldi. Radyasyon sızıntısından kaynaklanan korkular santralin etrafındaki 20 km çapındaki alanın tahliye edilmesine sebep oldu, bu sırada 170 ile 200 bin kişi tahliye edildi. Santraldeki işçiler aşırı radyasyona maruz kaldı.

11 Nisan 2011 günü Japonya Nükleer Güvenlik Kurumu, Fukuşima Daiçi nükleer santralindeki nükleer sızıntının tehlike derecesini Radyolojik Durum Ölçeği'ne göre 7'ye yani Çernobil reaktör kazasıyla aynı seviyeye çıkarmıştır.

GELECEĞİN MUHTEMEL ENERJİ KAYNAKLARI

Kaynak	Prensip
Kömür çevrimi	Kömürden sıvı HK, alkol, gaz üretilmesi
Kayaç Petrolü	Organik karbon içeren kayaçların damıtılması ile petrol benzeri yakıt eldesi
Jeotermal	Yer altı ısısının kullanılması
Gaz Türbin Çevrimi	Sıcak yanma gazlarının b,r türbinde kullanılarak sıcak buhar elde dilerek kullanılması
Manyetik hidrodinamik güç	Sıcak bir gaz plazmanın manyetik alan içinden geçirilmesiyle elektrik üretimi
Termo iyonik enerji Yakıt pilleri	Bazı maddelerin akkor haline ısıtılmasıyla iyonlaşmasına dayanarak, bu ısıyı yavaş yavaş azaltmak suretiyle elektrik üretilmesi Kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi
Güneş ışınlarıyla ısıtma Güneş pilleri	Güneş ışınlarının, toplayıcılarda toplanarak ısıtma amacıyla kullanılması Silisyum yarı iletken levha kullanarak, doğrudan güneş ışığından elektrik üretilmesi
Güneş ışınlarıyla termal elektrik	Güneş ışınlarının ısı enerjisine çevrilmesi ve onun da elektrik enerjisine çevrilmesi
Rüzgar Deniz termal enerji – elektrik	Rüzgar enerjisinin elektrik enerjisine çevrilmesi Okyanuslardaki ısı değişimlerinden yararlanarak ısı enerjisinin elektrik enerjisine çevrilmesi
Nükleer fizyon	Ağır çekirdek parçalanmasından açığa çıkan enerjinin elektrik enerjisine çevrilmesi
Nükleer füzyon	Hafif çekirdeklerin birleşmesinden açığa çıkan enerjinin elektrik enerjisine çevrilmesi
Breeder reaktörü	Parçalanmaz çekirdeklerin parçalanabilir çekirdeklere dönüştürülmesiyle parçalanması
Dip çevrimi	Çeşitli amaçlarla kurulan güç üreteçlerinden çıkan atık buhar ısısının kullanılması
Katı atık	Çöplerin ısı ve elektrik üretilmesi için yakılması
Fotosentez	Biyomas (biyokütle) ortamında bitkilerin kullanılarak güneş enerjisini diğer enerji türlerine dönüştürülmesi
Hidrojen	Bir enerji taşıyıcı ortam olarak kullanılmasıyla termokimyasal yolla Hidrojen üretilmesi

Kimyasal Toksikoloji



- *Kimyasal Toksikoloji*
- *Toksikoloji kimyası; kimyasal doğa ile toksik kimyasalların etkileşimlerini maruz kalındığındaki meydana gelen değişimleri inceleyen bilim dalıdır. Toksik etkilenmelerle organizmanın moleküler yapısındaki ve kimyasal özelliklerindeki değişmeler arasındaki ilişkileri kurar.*

- *Toksiklik(Toksisite):*
- *Organizmaların toksik maddelerden etkilenme yolları olarak tanımlanır, Bu yollar aşağıdakilerden biri veya bir kaçını içerebilir.*
- *1-Aynı Toksik maddenin farklı organizmaları etkilemesi*
- *2-Farklı toksik maddelerin aynı organizmayı etkilemesi*
- *3-Gözlemlenebilir toksik etki için enaz madde miktarı*
- *4-Toksik maddelerdeki küçük artışlara duyarlılık*
- *5- Çoğu organizmanın sonu ölüme ,ölümcül hastalıklara ya da sakatlıklara neden olan etkilenmesi*
- *6-Toksik etkinin tersinirliği (Organizmanın savunma mekanizması tarafından bu etki giderilebilir veya Bir antidozu var ve bu alındığında eski haline dönüyorsa tersinir, ancak meydana gelen etki eski haline kısa sürede döndürülemiyorsa bu da tersinmezdir)*
- *7-Toksik etkinin geçici (akut) veya kalıcılığı (kronik)*

Kimyasal etkileşimler

- İki veya daha fazla kimyasal madde varlığında zehirlilik için 4 şekilde etkileşim söz konusudur:
- Toplam etkileşim : Birbirinden bağımsız olarak etki eden iki bileşikten her birinin etkisi tek başlarına etki etmeleri halinde ortaya çıkacak olan etkiye eşittir. Eğer bir kişi her bir maddeden de 1 birim alırsa toplam etki 1+1=2 olacaktır.

- **Sinerjik etkileşim**: İki veya daha fazla toksik madde birlikte etkidiklerinde ayrı ayrı etkilerinin toplamından daha büyük bir etki yaratırlar (1+1=10). Buna örnek olarak; sigara içimi ile asbest, halojenli solventler ile (karbontetraklorür gibi) alkol verilebilir.

- **Potansiyel etkileşim** : Biri toksik diğeri aktif olmayan madde toksik bileşenin etkisinden daha büyük bir etki yaratacak şekilde etkileşimde bulunurlar. (1+0=5)

- **Antagonistik Ters etkileşim** : Bir maddenin etkisinin diğer maddenin etkisini azaltması ile ortaya çıkar. (1+1=1/2)

- **Doz miktarı:**
- Bir kimyasalın ani etkisi, toplam doz kadar maruz kalma oranına da bağlıdır.
- Doz oranının etkisi şu örnekle açıklanabilir; sağlıklı bir insan sabah 1.5 ons (42.5 gr) viski içerse ve 1 ons (28.3 gr) da 1 ay boyunca her öğleden sonra alırsa toplam 90 ons (yaklaşık 2.5 kg) viski tüketmiş demektir. Bu durumda, viskiyi alan kişi de günde iki defa hafif bir baş ağrısından başka bir etki görülmeyebilir. Ancak, aynı miktar (0.75 galon = 2.84 lt) bu kişi tarafından 1 saatlik periyotta alınmış olsaydı büyük bir olasılıkla ölüm gerçekleşebilirdi. Bu örnek, doz oranı ile maruz kalma süresi arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir.
- Etkideki bu fark, biyolojik tolerans denilen bir proses ile açıklanabilir.
- Bu proses toksik maddenin vücuttan giderilme, atılma oranıdır. Eğer, doz oranı biyolojik tolerans oranından küçük ise toksik maddenin etkisi vücutta en düşük boyutta gerçekleşir.
- Ancak doz oranı biyolojik giderim oranından büyük olduğunda zehirlilik gerçekleşir ve etki ilave hasarlar ile ortaya çıkar. Aynı organ sistemi üzerine etkili olan kimyasal karışımlar için "İzin verilebilir maruz kalma sınırı" değeri genellikle bileşen materyallerinin toplam değeri olarak kabul edilir. Örneğin eğer bir alanda 80 ppm ksilen ve 30 ppm toluen 8 saatlik bir ortalamada ve solunma seviyesinde var ise aşağıdaki şekilde hesap edilir.
- İzin verilebilir maruz kalma sınırı = 100
- İzin verilebilir maruz kalma sınırı = 100
- Ksilen konsantrasyonu İzin verilebilir maruz kalma sınırı 'nın 80/100'üdür.
- Toluen konsantrasyonu İzin verilebilir maruz kalma sınırı 'nın 30/100'üdür.
- Karışım = 0.8 + 0.3 = 1.1 dir
- Her ne kadar bu değer 1'den büyük olsa da İzin verilebilir maruz kalma sınırı değeri 1'den büyük olamayacağı için bir bileşen için İzin verilebilir maruz kalma sınırı değeri de 1'den büyük olamaz.

TOKSİK MADDELER

- **Toksik elementler:**
- **Ozon:**Ozonun birkaç toksik etkisi vardır. 1 ppm (hacimce) ozon içeren hava farklı bir kokuya sahiptir. Bu havayı solumak tahrişlere ve baş ağrısına neden olur. Ozon, gözleri , üst solunum yollarlını ve akciğerleri tahriş eder.Ayrıca kromozomlarda hasara neden olduğu da gözlenmiştir.
- Ozon dokularda serbest radikal oluşturur. Bu reaktif türler de lipit peroksidasyonuna, -SH gruplarının yükseltgenmesine neden olur.
- **Beyaz fosfor**
- Elementel beyaz fosfor vücuda solumayla, deri temasıyla veya ağız yoluyla girebilir ve diğer bölgelere taşınabilir. Anemi, mide hastalıkları , kemik zayıflığı ve gözlerde hasara neden olur.
- **Halojenler**
- Flor(F_2): Soluk sarı renkli yüksek reaktiflikte ve kuvvetli yükseltgendir, göze, burun mukozasına tahriş edici olarak davranır.
- Klor(Cl_2): Havadaki 10-20 ppm çözeltisi tahriş edicidir, 1000 ppmlik çözeltisi ise öldürücüdür.
- Brom(Br2): Koyu kırmızı uçucu sıvısı solunduğunda tahriş edicidir.
- İyot(I2): katıdır, buharının solunmasıyla tahriş edici etki gösterir.

- **Toksik Ağır Metaller**
- **1. Arsenik:** Doğada çok az miktarda bulunan arsenik genellikle oksijen, klor ve kükürtle bileşik halde bulunur. Bitki ve hayvanlarda ise karbon ve hidrojenle bileşik yapar. Çoğu arsenik bileşiğinin özel bir tadı ve kokusu yoktur. Çevrede bulunan arsenik buharlaşmaz, çoğu arsenik bileşiği suda çözünür, arsenik bulaşmış maddelerin yanmasıyla havaya karışabilir, havadan yere inerek birikebilir, parçalanmaz, ancak bir türden diğerine dönüşebilir. Solunum ve sindirim yollarıyla vücuda alınabilir.

- **2. Kadmiyum:** Kadmiyum oksit, kadmiyum klorid, kadmiyum sülfat ve sülfit şekillerinde bulunabilen ve özel bir tat ve kokusu olmayan bir maddedir.
- Havaya karışan kadmiyum partikülleri yere ya da sulara düşmeden önce çok uzun mesafeler kat edebilir. Zehirli atık depo alanlarından gerçekleşen sızıntı ve taşmalar sonucunda suya ve toprağa karışabilir. Toprak partiküllerine güçlü bir şekilde bağlanır, bazı kadmiyum bileşikleri suda çözünebilir, ancak doğada parçalanmaz. Vücutta çok uzun süre kalabilir ve düşük düzeyde maruz kalınsa bile yıllar içinde birikebilir.
- **3. Krom:** 3 ana şekilde(Krom 0, Krom III, Krom IV) bulunabilen krom bileşikleri tatsız ve kokusuzdur. Sadece Krom III bileşikleri vücut için diyetle eser miktarlarda alınması gerekli elementlerdir. Diğer formlardaki kroma vücudun ihtiyacı yoktur.
- Krom partikülleri havaya karıştığında 10 gün kadar kalabilir. Toprak partiküllerine sıkıca yapışır. Suda dibe çöker, topraktan küçük miktarlarda sulara karışabilir.
- Havadan solunarak, suyla ve besinlerle vücuda alınabilir.
- **4. Kurşun:** Özel bir tadı ve kokusu olmayan mavimsi gri renkli bir metaldir.
- Çevreye yayılmış bulunan kurşun kendiliğinden parçalanmaz, havada 10 gün asılı kalabilir, topraktaki kurşunun çoğu havadan kaynaklanır. Kurşun toprak partiküllerine yapışır ve topraktaki kurşun asidik ve yumuşak olmadıkça yeraltı ve içme sularına karışmaz. Toprak ve suda uzun süre kalabilir.

- **5.Cıva:** Parlak, gümüş beyazı renkte, kokusuz bir sıvıdır. Isıtıldığında kokusuz bir gaz halini alır. İnorganik tuzları oluşturmak üzere klor, sülfür ve oksijenle bileşik oluşturabilir.
- Çevreye yayılan cıva hava, toprak ve suda bulunabilir. Solunum ve sindirim yoluyla vücuda alınabilir.
- Sinir sistemi cıvanın tüm formlarına karşı çok duyarlıdır. Yüksek miktarlarda maruziyet beyinde, böbreklerde ve fetüs gelişiminde kalıcı zararlara neden olabilir
- **6: Berilyum**: Ağır metal olmamasına karşın hayli toksik elementtir. Uzun süreli maruz kalmayla zatürreye varan hastalıklara neden olur.

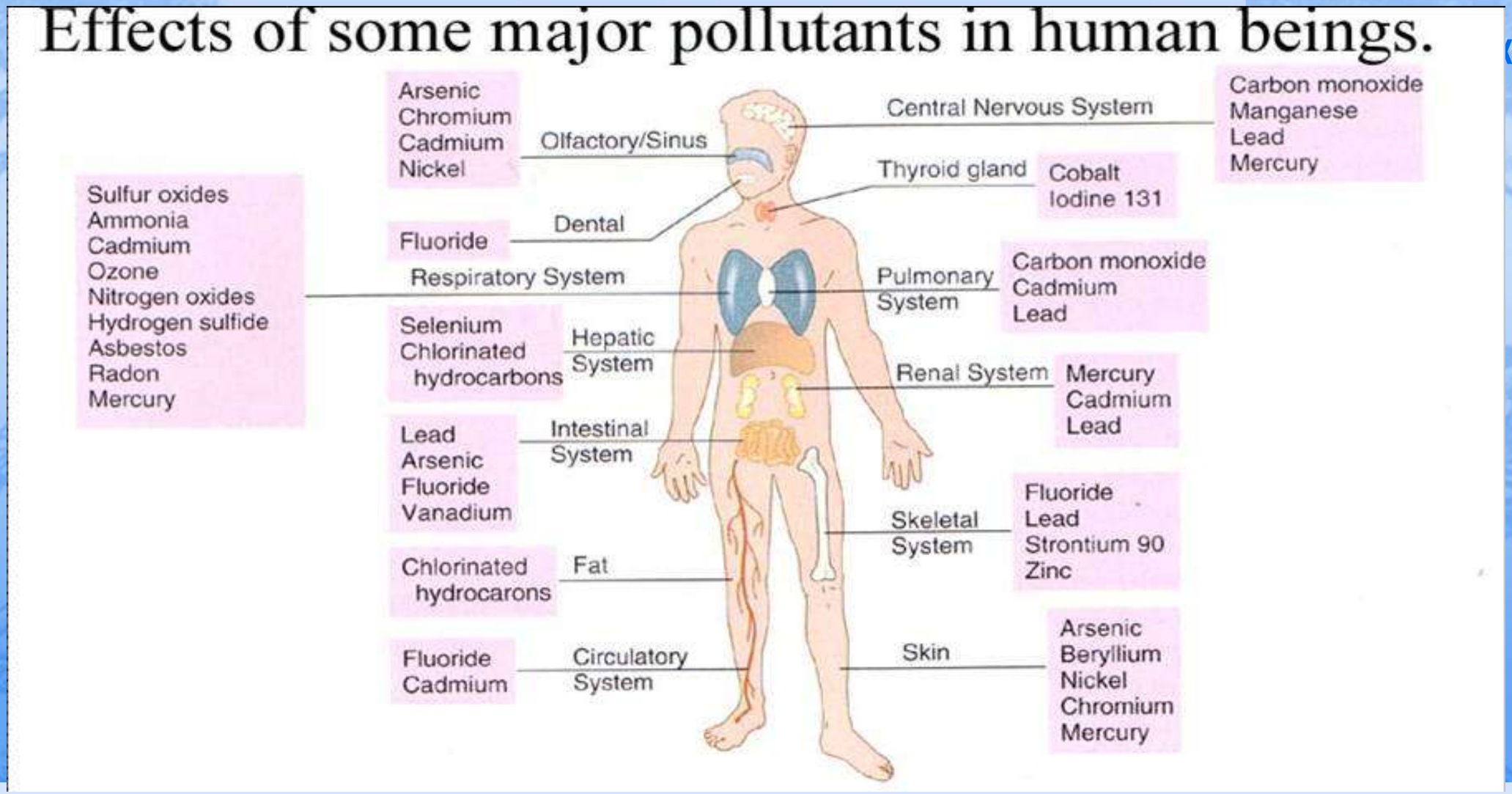
- **Toksik İnorganik Maddeler**
- **1. Siyanür:** Siyanür, hidrojen siyanür (HCN), sodyum siyanür (NaCN) ve potasyum siyanür (KCN) gibi bileşikler halinde ya da serbest olarak bulunur. HCN, renksiz bir gazdır, keskin ve bayıltıcı, bademe benzer bir kokusu vardır. Beyaz katı maddeler olan sodyum ve potasyum siyanür ise nemli havada aynı keskin kokuyu yayar. Havada daha çok gaz formunda hidrojen siyanür olarak bulunan siyanür küçük miktarda ince toz partikülleri olarak da bulunabilir. HCN havada 1-3 yılda yarılanır. Su yüzeyinde bulunan siyanür de HCN formuna dönüşür ve buharlaşır.

- **2- Karbon monoksit(CO)** *CO* soluma yoluyla akciğerlere ulaşır. Oradan kana karışır. Kandaki hemoglobinle tepkimeye girerek oksihemoglobini karboksihemoglobine çevirir. Karboksihemoglobin oksihemoglobinden daha kararlı olduğundan hemoglobinin oksijeni vücut dokularına taşıması engellenmiş olur.
- $O_2Hb + CO \rightarrow COHb + O_2$
- **3-Azot Oksitler: *CO* e benzer toksik etki gösterir.**

- **Hidrojen halojenürler:**
- HF, HCl:
- **İnorganik Silisyum Bileşikleri**
- SiO_2
- SiH_4
- **Asbest**
- **İnorganik Fosfor Bileşikleri**
- Fosfin
- Fosfor pentaoksit
- **İnorganik Kükürt Bileşikleri**
- H_2S
- SO_2

- **Organometalik Bileşikler**
- Tetraetil Kurşun: Motordaki vuruntuyu engellemek için benzine katılır. Temas ve solumayla vücuda girebilir. Vücuttaki inorganik bileşiklerle çeşitli tepkimelere neden olur. Merkezi sinir sistemini etkiler.
- **Organik bileşikler:**
- Alkanlar, alkenler, benzen , toluen , Naftalin, poliaromatik hidrokarbonlar

Hedef Organ Toksikliği



Gürültü Kirliliği ve Çevre

Gürültü

Ses dalgalar halinde yayılan bir enerji şeklidir. Yayılması havadaki moleküllerin titreşmeleri sayesinde olur. Ses dalgaları kulağa yaptıkları basınçla hissettirirler.

- İnsanlar üzerinde olumsuz etki yapan ve hoşa gitmeyen seslere **gürültü** denir. Özellikle büyük kentlerimizde gürültü yoğunlukları oldukça yüksek seviyede olup, Dünya Sağlık Örgütü'nce belirlenen ölçülerin üzerindedir.

Gürültü Kirliliği

- Kent gürültüsünü artıran sebeplerin başında trafiğin yoğun olması, sürücülerin yersiz ve zamansız klakson çalmaları ve belediye hudutları içerisinde bulunan endüstri bölgelerinden çıkan gürültüler gelmektedir. Meskenlerde ise televizyon ve müzik aletlerinden çıkan yüksek sesler, zamansız yapılan bakım ve onarımlar ile bazı işyerlerinden kaynaklanan gürültüler insanların işitme sağlığını ve algılamasını olumsuz yönde etkilemekte, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozmakta, iş verimini azaltmaktadır.



- **Gürültü Şiddetinin Ölçülmesi**
Gürültünün şiddeti mikro bar(10^{-6} bar, 10^{-6}at) olarak ölçülür.

- dB= 20 log (P/0,0002) olarak desibel cinsinden ifade edilir. (P mikro bar dalgasının basıncı) , İşitilebilen sesin basıncı 0,0002 mikro bardır.

- Birden fazla ses kaynağından çıkan seslerin toplamı büyük olana yakındır. 90 dB ve 60 dB lik iki kaynaktan gelen seslerin toplamı 150 dB değil 90 dB den biraz fazladır.

Gürültünün insan üzerindeki etkilerini 4'e ayırabiliriz:

1.Fiziksel Etkileri:
Geçici veya sürekli işitme bozuklukları.

2.Fizyolojik Etkileri:
Kan basıncının artması, dolaşım bozuklukları, solunumda hızlanma, kalp atışlarında yavaşlama, ani refleks.

3.Psikolojik Etkileri:
Davranış bozuklukları, aşırı sinirlilik ve stres.

4.Performans Etkileri:
İş veriminin düşmesi,konsantrasyon bozukluğu,hareketlerin yavaşlaması.

Gürültüye maruz kalma süresi ve gürültünün şiddeti, insana vereceği zararı etkiler. Endüstri alanında yapılan araştırmalar göstermiştir ki; işyeri gürültüsü azaltıldığında işin zorluğu da azalmakta, verim yükselmekte ve iş kazaları azalmaktadır.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı verilerine göre; meslek hastalıklarının %10'u, gürültü sonucu meydana gelen işitme kaybı olarak tespit edilmiştir. Meslek hastalıklarının pek çoğu tedavi edilebildiği halde, işitme kaybının tedavisi yapılamamaktadır.

Gürültü Türü	Db Derecesi	Psikolojik Etkisi
Uzay Roketleri	170	Kulak ağrısı, sinir hücrelerinin bozulması
Canavar Düdükleri	150	Kulak ağrısı, sinir hücrelerinin bozulması
Kulak dayanma sınırı	140	Kulak ağrısı, sinir hücrelerinin bozulması
Makineli delici, 500 m de uçan jet	120	Sinirsel ve psikolojik bozukluklar (III.Basamak)
Motosiklet	110	Sinirsel ve psikolojik bozukluklar (III.Basamak)
Kabare Müziği	100	Sinirsel ve psikolojik bozukluklar (III.Basamak)
Metro gürültüsü, kompresör	90	Psikolojik belirtiler (II.Basamak)
Kulağın rahatsız olamaya başlaması	85	Psikolojik belirtiler (II.Basamak)
Çalar Saat	80	Psikolojik belirtiler (II.Basamak)
Telefon zili	70	Psikolojik belirtiler (II.Basamak)
İnsan sesi	60	Psikolojik belirtiler (I.Basamak)
İş yeri	50	Psikolojik belirtiler (I.Basamak)
Uyku gürültüsü	30	Psikolojik belirtiler (I.Basamak)
İşitilebilen	0	

Çeşitli Kullanım Alanlarının Kabul Edilebilir Üst Gürültü Seviyeleri

Kullanım Alanı	**Ses basıncı düzeyi(gündüz) dBA**
Dinlenme Alanları	
Tiyatro Salonları	25
Konferans Salonları	30
Otel Yatak Odaları	30
Otel Restoranları	35
Sağlık Yapıları	
Hastaneler	35
Konutlar	
Yatak Odaları	35
Oturma Odaları	60
Servis Bölümleri (mutfak, banyo)	70
Eğitim Yapıları	
Derslikler, Laboratuvarlar	45
Spor Salonu, Yemekhaneler	60
Endüstri Yapıları	
Fabrikalar (küçük)	70
Fabrikalar (büyük)	80

- **Gürültüyü Azaltmak İçin Alınabilecek Tedbirler:**
- Esas olarak gürültünün etkisini gidermenin üç yolu vardır, Kaynaktan çıkan ses düşürülür, Sesin yolu kapatılır veya Sesten etkilenen korunur.
- Hava alanlarının, endüstri ve sanayi bölgelerinin yerleşim bölgelerinden uzak yerlerde kurulması,
- Motorlu taşıtların gereksiz korna çalmalarının önlenmesi,
- Kamuoyuna açık olan yerler ile yerleşim alanlarında elektronik olarak sesi yükseltilen müzik aletlerinin çevreyi rahatsız edecek seviyede olmasının önlenmesi,
- İşyerlerinde çalışanların maruz kalacağı gürültü seviyesinin en aza (Gürültü Kontrol Yönetmeliğinde belirtilen sınırlara) indirilmesi,
- Yerleşim yerlerinde ve binaların içinde gürültü rahatsızlığını önlemek için yeni inşa edilen yapılarda ses yalıtımı sağlanması,
- Radyo, televizyon ve müzik aletlerinin evlerde rahatsızlık verecek seviyede seslerinin yükseltilmemesi gerekmektedir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1-Genel Kimya I ve II, Petrucci, Harwood, Herring (8. Baskıdan Çeviri) Palme Yayıncılık, Ankara, 2002.
- 2- Environmental Chemistry (Fifth Edition),Stanley E. Manahan , Lewis Publishers, (1991).
- 3- Çevre Sorunları, Turgut Gündüz, Bilge Yayıncılık , Ankara, 1994.
- 4- Environmental Chemistry, John Wright, Routledge Taylor and Francis Group, New York 2003.
- 5- Environmental Chemistry: Asian Lessons, Vladimir N. Bashkin, Kluwer Academic Pblishers, Dordrecht, 2003.
- 6- Environmental Chemistry (second edition) Peter O'Neill, Chapman & Hall , London, 1993.
- 7- Çevre Kirliliği
- 8- www.rshm.gov.tr
- 9- www.cevreorman.gov.tr
- 10- (Molina et al., *Science*, 1987)
- 11- www.aski.gov.tr