

YEŞİL KİMYA

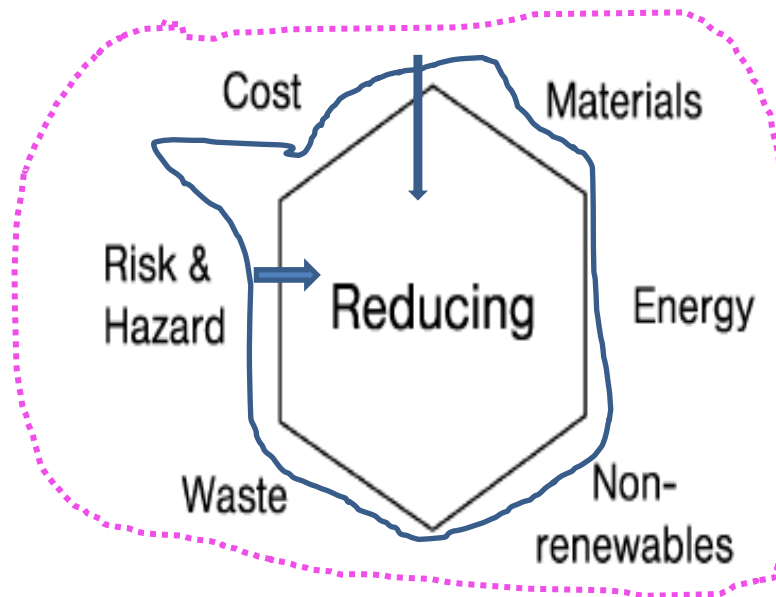
Güvenli ve uygun kimyasalların tasarımı ve geliştirilmesi, kısmen Kimyagerlerin ve Kimya Mühendislerinin bilgi ve yeteneğine bağlıdır. Bilim adamları kimyanın teorisi ve uygulaması ve kimyasallar ile çevre arasındaki ilişkiler hakkında daha fazla şey öğrendikçe, toplum için kimyasalların tasarımını ve üretimini geliştirmek için artan fırsatlar var. 1998'de Paul **Anastas, bilim adamlarının ve mühendislerin Yeşil Kimya felsefesini anlamalarına ve uygulamalarına yardımcı olmak için 'Yeşil Kimyanın 12 İlkesi'ni geliştirdi. 12 Yeşil Kimya İlkesi aşağıdaki gibi özetlenmiştir.**

12 Yeşil Kimya İlkesi aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- 1) **Önleme:** Atıkları tedavi etmekten veya temizlemekten daha başlangıçta önlemek daha iyidir..
- 2) **Atom Ekonomisi:** Kimyasal reaksiyonlar, başlangıç maddelerinde bulunan mümkün olduğunca çok sayıda atomun atık akışından ziyade üründe son bulacak şekilde tasarlanmalıdır.
- 3) **Daha Az Tehlikeli Kimyasal Sentezler:** Sentetik üretim yöntemleri, insan sağlığına ve çevreye zararlı toksik maddeleri az veya hiç içermeyen şekilde tasarlanmalıdır.
- 4) **Daha Güvenli Kimyasalların Tasarlanması:** Kimyasal ürünler, amaçlanan işlevini yerine getirmenin yanı sıra güvenlik için de tasarlanmalıdır.
- 5) **Daha Güvenli Çözücüler ve Yardımcılar:** Hazırlama ve ürün geri kazanımını entegre eden reaksiyonlar için iyi huylu çözücü sistemler, çözücü içermeyen yöntemler veya iki fazlı sistemler kullanılmalıdır.
- 6) **Enerji Verimliliği için Tasarım:** Mümkün olduğunda ortam basıncı ve sıcaklığı kullanılarak kimyasal işlemler için enerji gereksinimleri en aza indirilmelidir.

- 7) **Yenilenebilir Hammaddelerin Kullanımı:** Hammaddeler, teknik ve ekonomik olarak mümkün olan her yerde yenilenebilir hammaddelerden temin edilmelidir.
- 8) **Türevleri Azalt:** Atık ürünleri azaltmak için gereksiz türetmelerden (yani fiziksel/kimyasal süreci geçici olarak değiştirmekten) kaçınılmalıdır.
- 9) **Kataliz:** Katalizörler, bir reaksiyonun aktivasyon enerji bariyerini düşürmek ve böylece daha az enerji kullanmak için kullanılmalıdır.
- 10) **Bozunmaya Yönelik Tasarım:** Kimyasal ürünler, işlevsel ömürlerinin sonunda çevrede kalıcılığı önlemek için iyi huylu maddelere ayrışacak şekilde tasarlanmalıdır.
- 11) **Kirlilik Önleme için gerçek zamanlı analiz:** Tehlikeli maddelerin oluşumunu önlemek için kimyasal bir süreçte gerçek zamanlı, süreç içi izleme ve kontrole izin verilmelidir (yani bütçelendirilmelidir). substances.
- 12) **Kaza Önleme İçin Doğal Olarak Daha Güvenli Kimya:** Bir kimyasal süreçte kullanılan bir maddenin türü ve şekli, salınımlar, patlamalar ve yangınlar dahil olmak üzere kimyasal kaza potansiyelini en aza indirecek şekilde seçilmelidir. fires.

YEŞİL KİMYA



"Reducing": The heart of Green Chemistry.

YEŞİL KİMYA

Enerji Verimliliği için Tasarım Sentezi: Kimyasal süreçlerin enerji gereksinimleri, çevresel ve ekonomik etkileri açısından tanınmalı ve **minimumda** tutulmalıdır.

a) *Mikrodalga ısıması:* Mikrodalga kaynakları ile reaksiyonlar kil, silika jel vb. gibi katı bir destek içerisinde solvent kullanımı ortadan kaldırılarak veya minimum solvent miktarı ile gerçekleştirilmiştir. Reaksiyonlar, termal ısıtmadan daha hızlı gerçekleşir. Örneğin, mikrodalga ısıması ile katı haldeki oksimlerin Beckmann tarafından yeniden düzenlenmesi, asit katalizörleri kullanılmadan ürünlerin nicel verimlerini verdi..

ORNEK....BİSKUVİ

b) *Sonokimya (Ultrason enerjisi):* Ultrason enerjisi kullanan reaksiyonlar, oda sıcaklığında mükemmel verimlerle gerçekleştirilir. Örneğin, geleneksel yöntemle düşük verimler veren daha yüksek sıcaklıkta gerçekleşen Ullmann birleştirmesi, ultrason enerjisi ile düşük sıcaklıkta ve kısa sürede artan verimler verir..

c) Güneş Dizisi

Yeşil teknolojinin en iyi bilinen örneklerinden **biri güneş pili olacaktır. Doğrudan güneş pili fotovoltaik işlemi ile ışıktaki enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür.** Güneş enerjisinden elektrik üretmek, daha az fosil yakıt tüketimi anlamına gelir.kirlilik ve sera gazı emisyonları.

d) Güneş Enerjili Su Isıtıcı

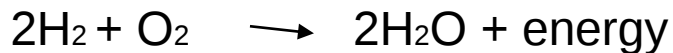
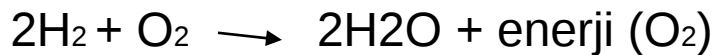
Bir güneş enerjili su ısıtıcısı kurmak, çok daha düşük bir **başlangıç masrafıyla enerji maliyetlerini azaltmanın harika bir yolu olabilir.** Bir **güneş enerjili su ısıtıcısının kurulumuyla ilgili maliyetler, aslında elektrik üretimi için fotovoltaik teknolojisiyle ilişkili maliyetlerden çok daha hızlı telafi** edilir. Bunun nedeni, güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin artan verimliliği ve bir eve güç sağlamak için gereken **büyük güneş enerjisi dizisine kıyasla daha düşük** giderleridir.

e) Ev ve İş Yalıtımı

EPA tahminlerine göre, bir yılda ev enerji kullanımının %10'u, kötü yalıtımdan kaynaklanan enerji kaybından kaynaklanmaktadır. **Enerji kaçışını önlemek için evimizi YALITIM MALZEMESİYLE mükemmel bir yatırım getirisi elde** edeceğiz..

f) Elemental Hidrojenin Özellikleri ve Kullanım Alanları

Normal koşullar altında saf elementel H₂, herhangi bir saf maddenin en düşük yoğunluğuna sahip renksiz, kokusuz bir gazdır. Sıvılaştırılmış H₂, çok soğuk -253°C'de kaynar ve -259°C'de katılaşır. **Hidrojen gazı, kimya endüstrisinde çok sayıda madde ile kimyasal olarak reaksiyona girmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Büyük bir enerji salınımı ile kolayca yanar ve hidrojenin oksijen veya hava ile karışımları son derece patlayıcıdır.** Havada oksijen (O₂) ile yanan elementel hidrojen için kimyasal reaksiyon



YEŞİL KİMYA

Bu reaksiyonun ürünü sudur. Yakıt olarak kullanıldığında, elementel hidrojen çok yeşil bir elementtir, çünkü **yakıldığında veya enerji sağlamak için başka şekilde reaksiyona girdiğinde, reaksiyon ürünü basitçe sudur, H₂O** Ayrıca, bir elektrik enerjisi kaynağı verildiğinde, suyu elektrikselsel olarak iletme için uygun bir tuzun çözüldüğü sudan bir doğru akım geçirilerek iki ayrı elektrotta elementel hidrojen ve elementel oksijen üretilir:



Bu nedenle, **elektrik enerjisinin suya uygulanmasıyla üretilen temel hidrojen, bir yerden diğerine taşınabilen ve yakıt hücrelerinde (aşağıya bakınız) elektrik üretmek için veya diğer faydalı amaçlar için kullanılabilen bir enerji kaynağı sağlar.** Elementel hidrojen, kimyasal sentez ve diğer endüstriyel uygulamalar için yaygın olarak kullanılmaktadır.

YEŞİL KİMYA

g) **Yeşil sentez;** *Sentetik yöntemler ortam sıcaklığında ve basıncında yapılmalıdır.*

MAX HT™ Bayer Sodalite Kireç İnhibitörü

- Bayer süreci: boksit cevherini alüminaya dönüştürür ■
- Sorun: ısı eşanjörlerinde/borularında alüminosilikat kristalleri birikiyor.. **ÇÖZÜM FİKRİ X VARMI**
- – Isı Değişiminin verimini düşürür
- H₂SO₄ ile temizlik gerektirir
- MAX HT™ kristal oluşumunu engeller
- Tesis başına yıllık tasarruf: 2-20 milyon dolar, 9,5-47,5 trilyon BTU

YENİLENEBİLİR ENERJİ

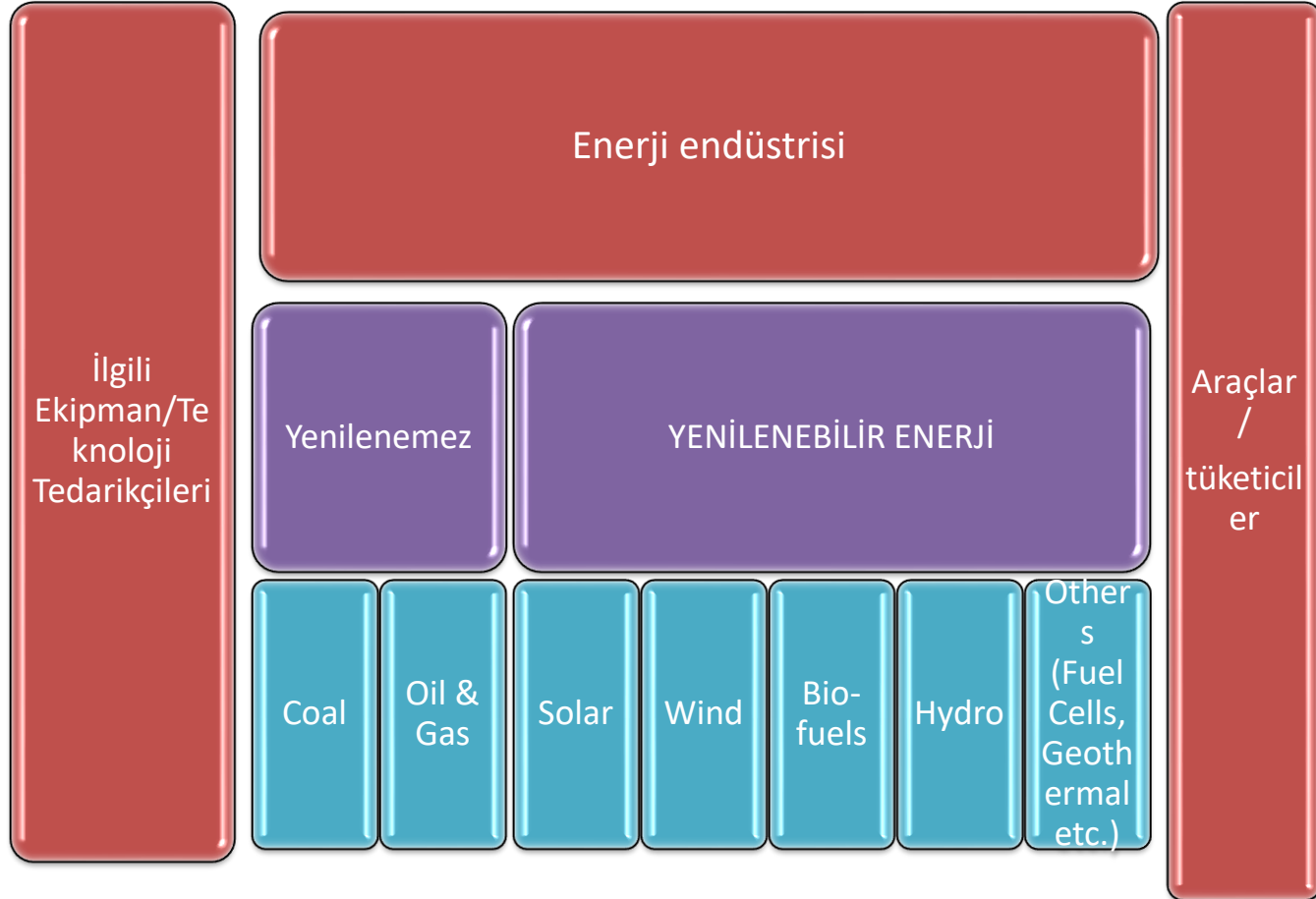
NEDEN ALTERNATİF ENERJİ FORMLARINA İHTİYACIMIZ VAR?

- Sanayi devriminden bu yana atmosferik CO₂ %38 arttı (Met Office, 2014).
- **CO₂'deki bu artışın, bir dizi çevresel sorunla sonuçlanan iklim değişikliğinin nedeni olduğu** anlaşılmaktadır. **VARMI ÇÖZÜM.. DEĞİŞİK**

Yenilenebilir Enerji Kaynağı - İnsan zaman ölçeğinde esasen tükenmez bir enerji kaynağı.



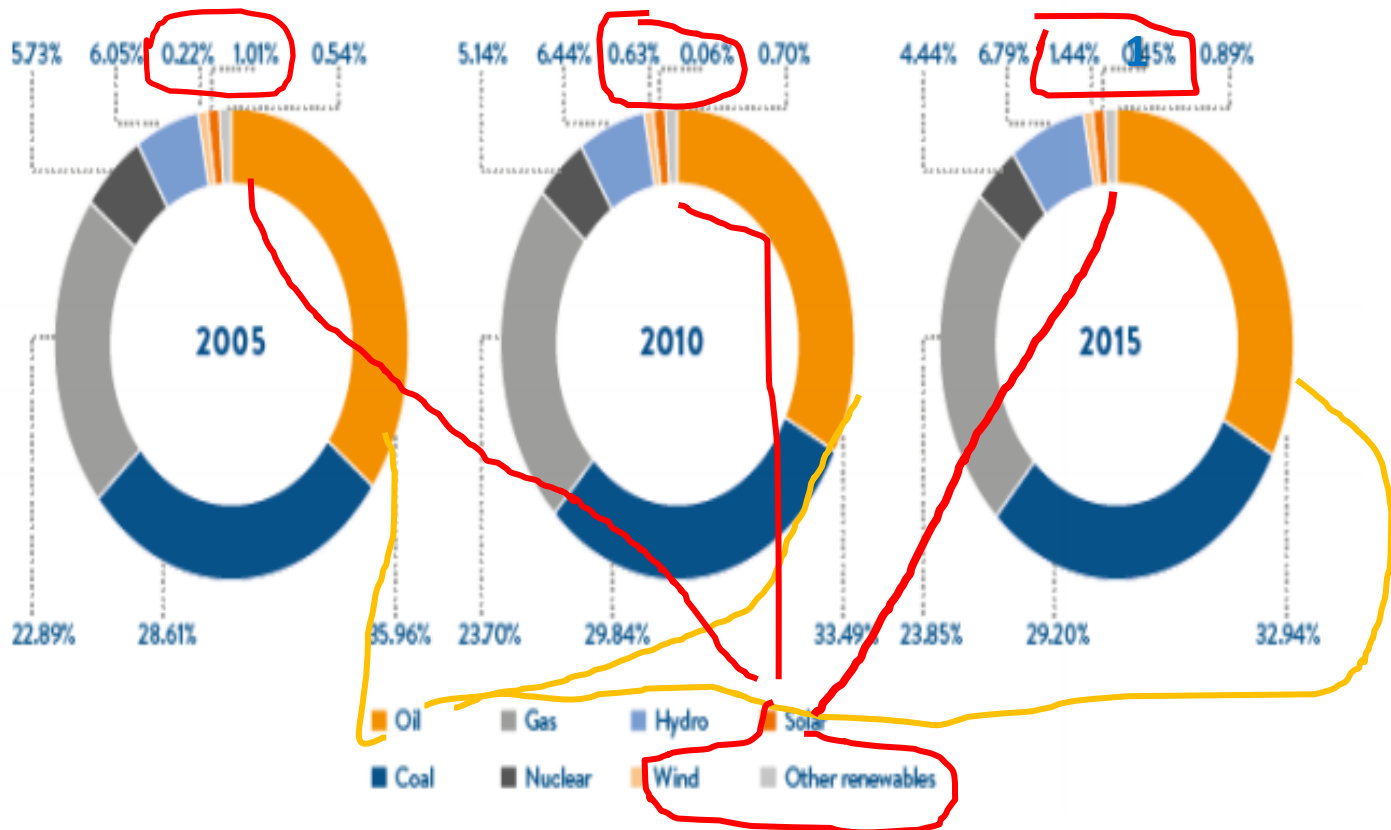
Enerji Endüstrisi – Ekosistem



YEŞİL ENERJİ

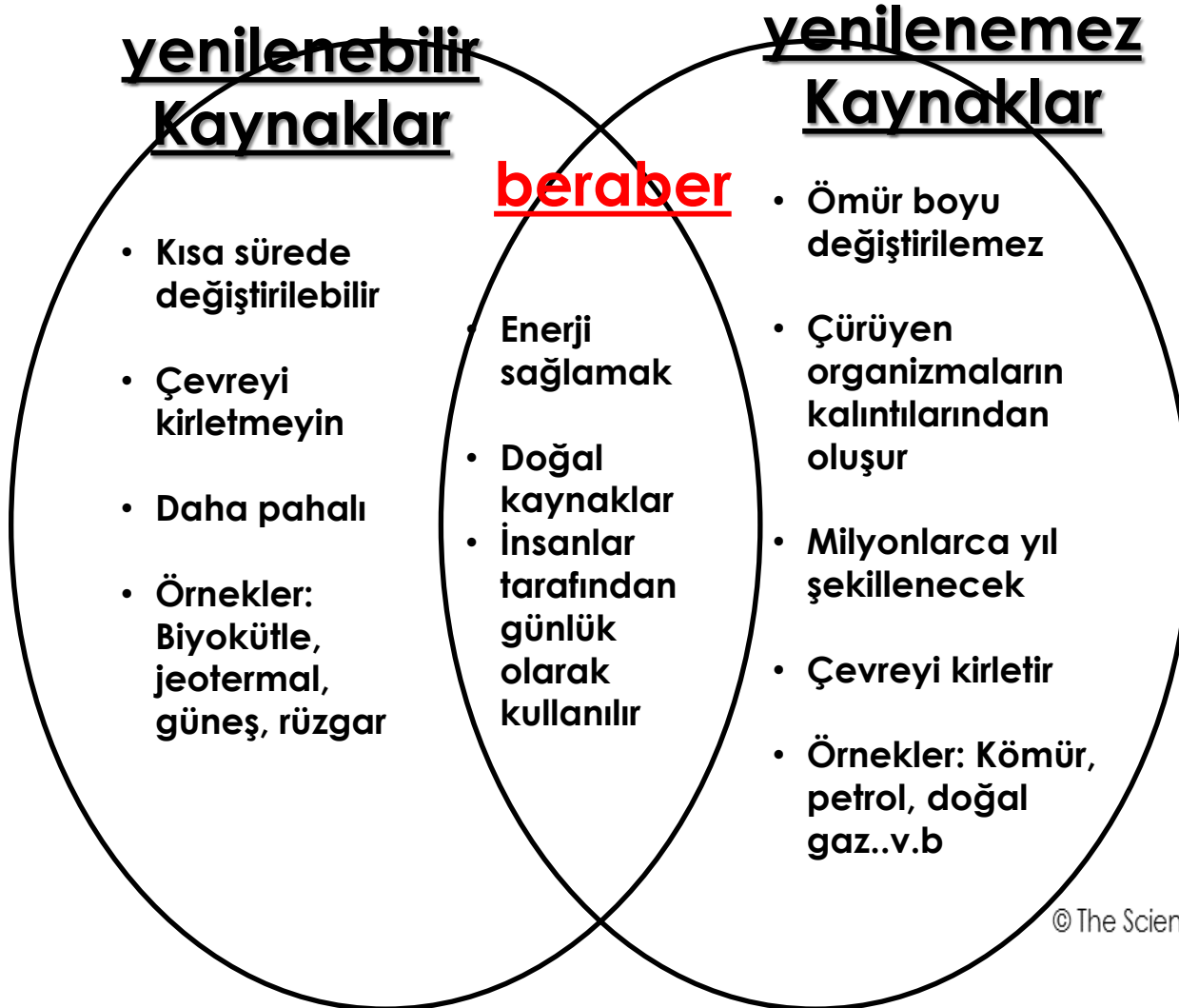
COMPARATIVE PRIMARY ENERGY CONSUMPTION OVER THE PAST 15 YEARS

Yenilenebilir enerji



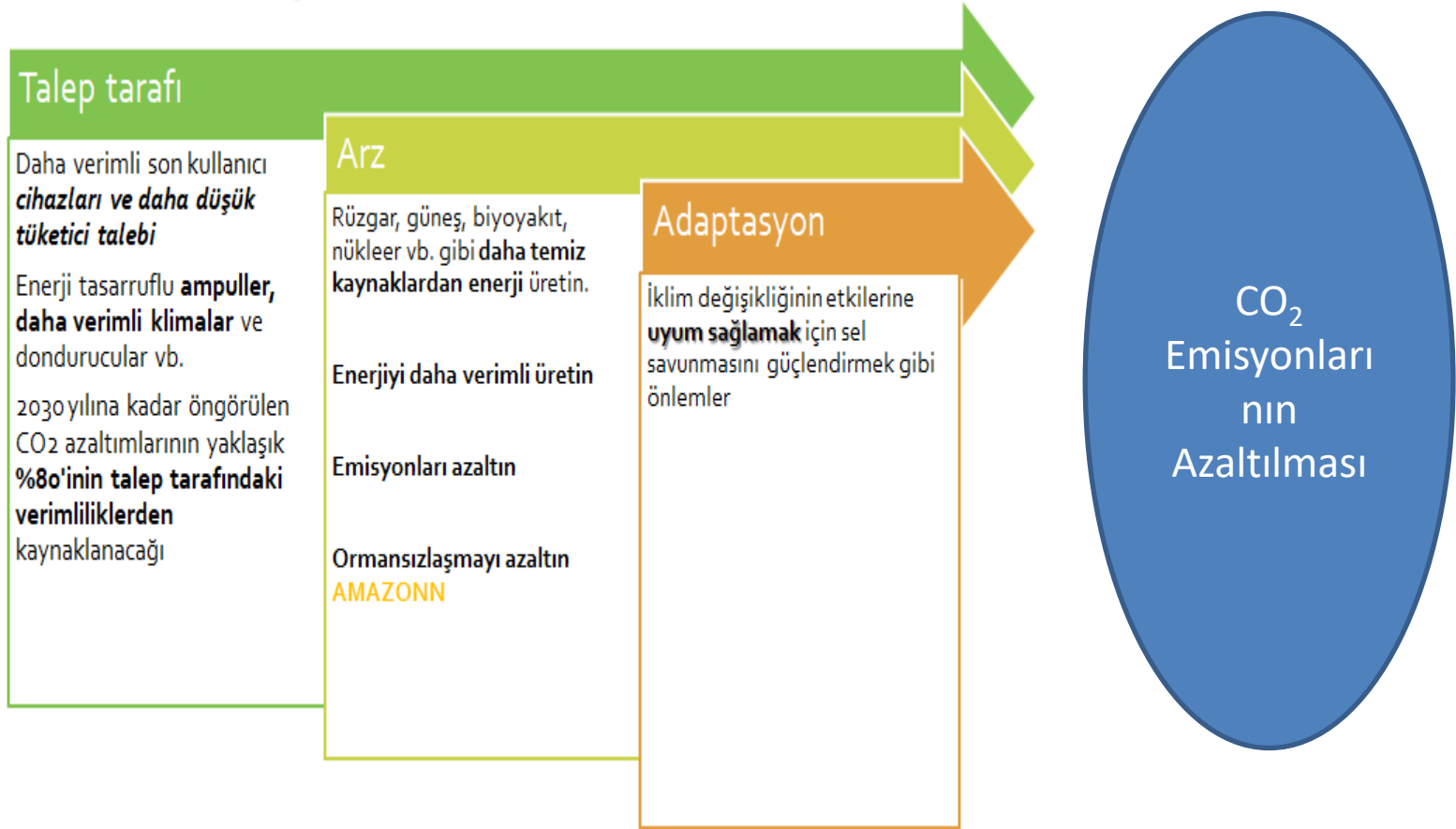
yenilenebilir vs. yenilenmez

Venn Diagramı



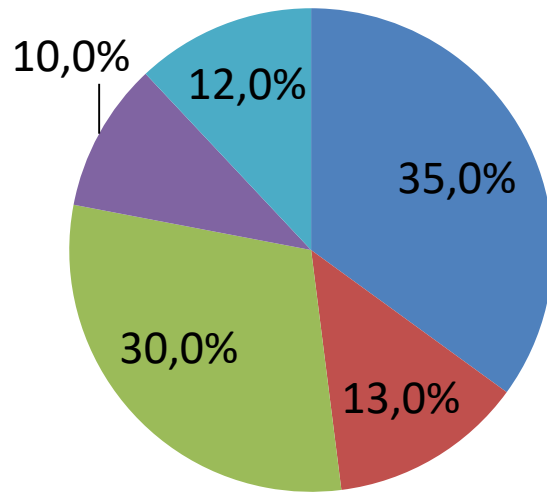
YENİLENEBİLİR ENERJİ...

küresel ısınmayla mücadele



Çeşitli Kaynaklardan Öngörülen CO₂ azaltımı

2030 yılına kadar CO₂
azaltımına katkı



■ Mileage

Kilometre

YOL YAPIMI KISALTMA DEMİRYOLU

■ Energy
Production
Efficiency

Enerjiyi daha verimli üretin, A +++

■ Lighting, Acs,
Industrial
Motors

Işık LED ve endüstriyel motor verimi

yenilenebilir ve biyo yakıt

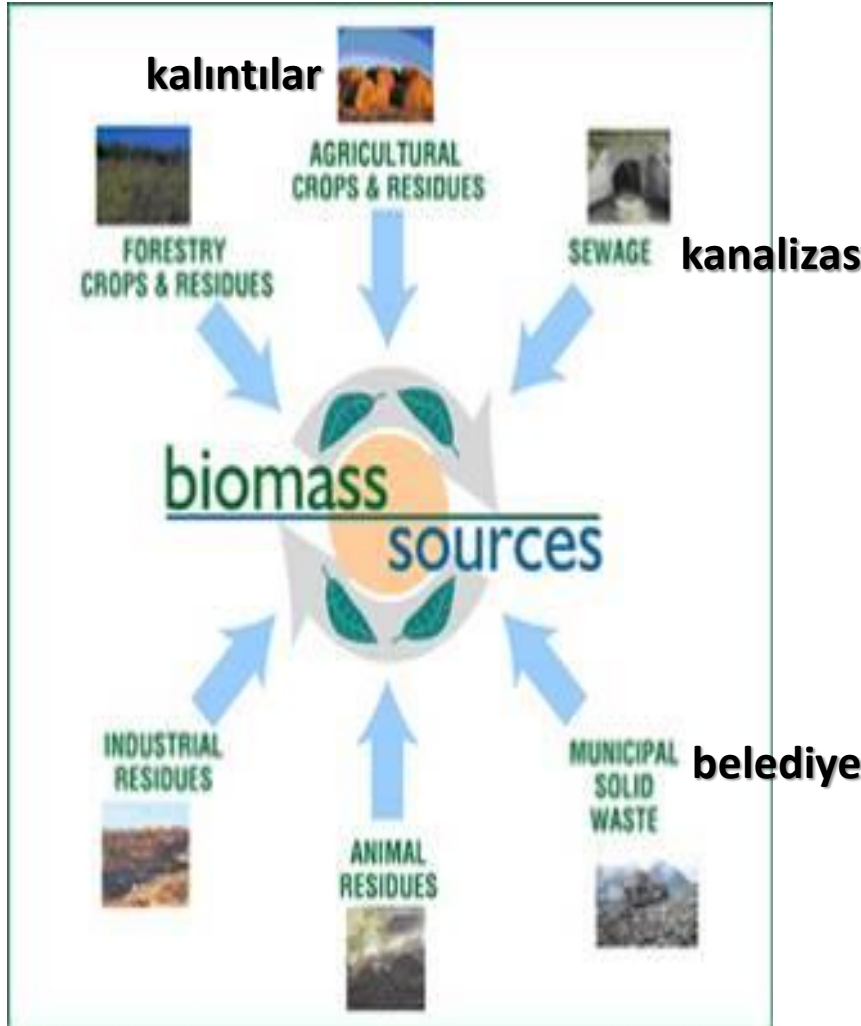
nükleer

Neden Yenilenebilir enerji ?

- Doğal kaynakları tüketmeyin
- Küresel ısınma halkın (ve siyasi?) vicdanını etkiledi
- CO₂ emisyonlarını azaltmak için etkili yöntem
- Kullanan ülkeler için Enerji güvenliğini garanti eder
- Yenilenebilir kaynakları daha çekici hale getiren mevzuat kabul ediliyor
KREDİ... MALZEME İÇİN KARSIZ SATIŞ

Yenilenebilir enerji..

Biomass



nedir?

- **Biyokütle, canlı veya yakın zamanda yaşayan organizmalardan elde edilen biyolojik malzemeden yapılmış yenilenebilir bir enerji kaynağıdır..**
- **Yanma (yanma) ile enerji açığa çıkar.**

Dezavantajları

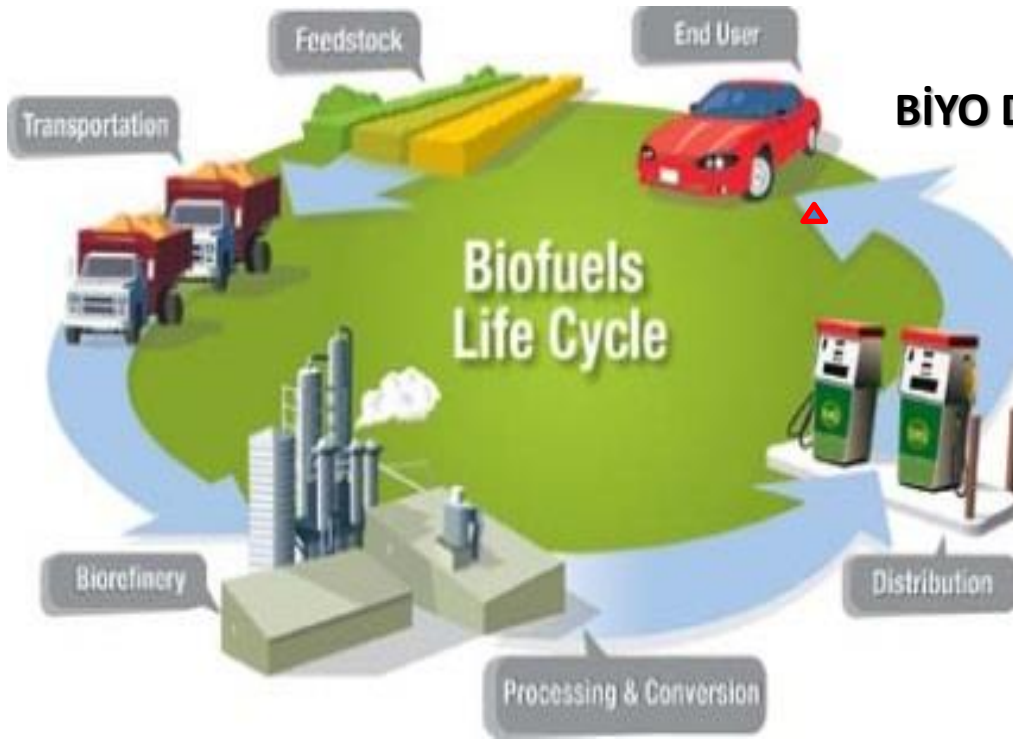
- **Verimsiz (sadece %30 verimlilik).**
- **Atmosfere zararlı katı karbon partikülleri bırakır.**

Avantajları

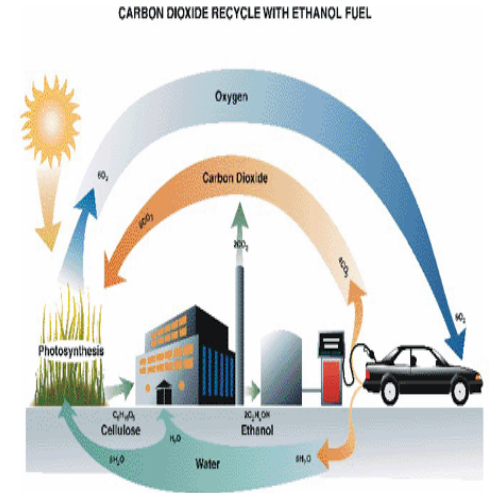
- **Fosil yakıtlardan daha az kirlilik üretir .**
- **asit yağmuruna daha az neden olur.**
- **Yerel olarak bulunabilir.**
- **yenilenebilir.**



Biyo-yakıtlar dönüşüm şeması



BIYO DİZEL ; Etanolün yakıt olarak dönüşümü



YENİLENEBİLİR ENERJİ

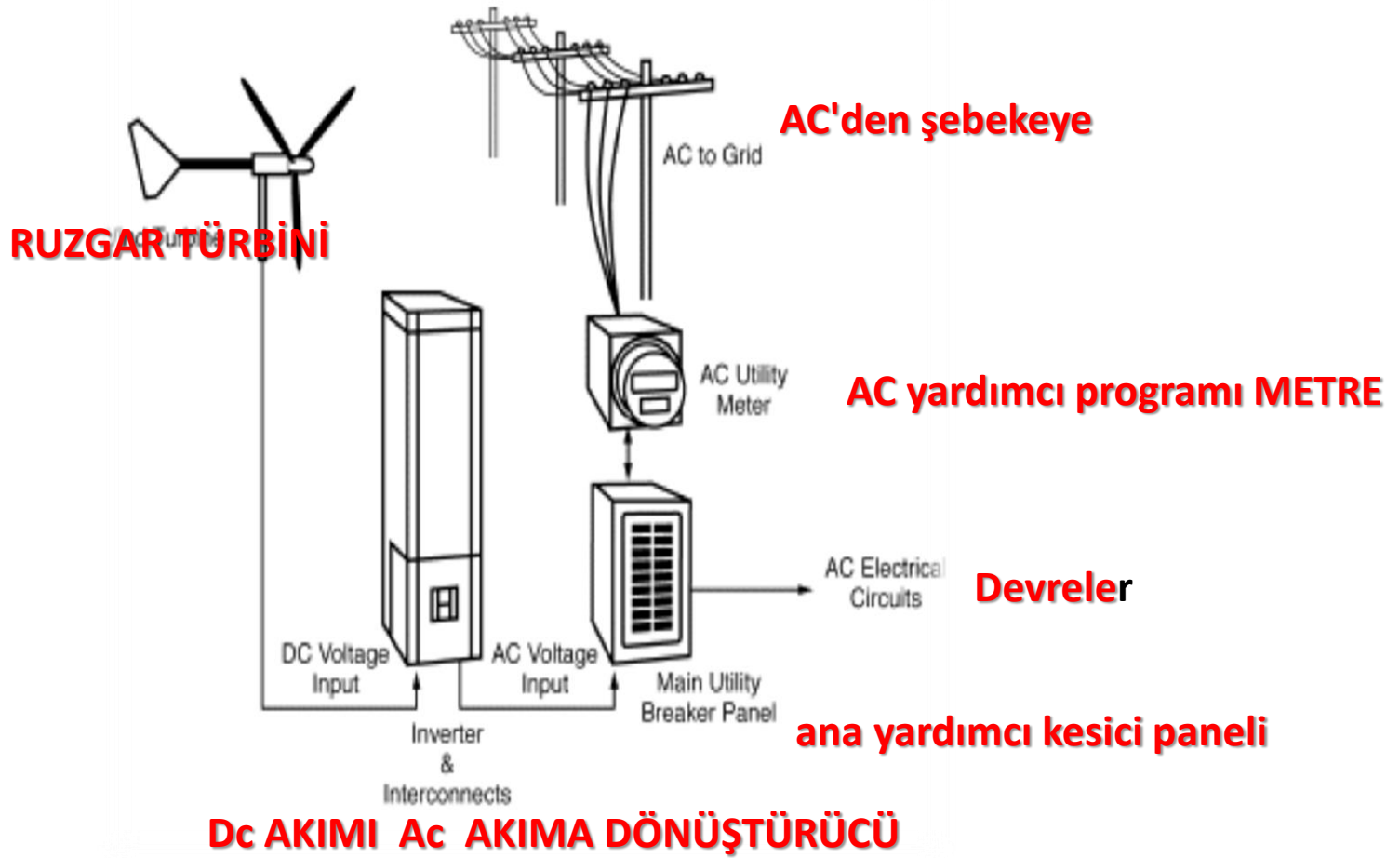
Wind

nedir?

- **Rüzgar türbinleri** rüzgardan elektrik üretmek için kullanılır.
- Rüzgar büyük kanatları döndürür ve kanatlar bir jeneratörü döndürürerek elektrik üretir.



Ruzgar gücü



DEZAVANTAJLARI

- Yeterli güç üretmek için çok sayıda rüzgar türbinine ihtiyaç vardır..
- Türbinler sadece rüzgarlı alanlara yerleştirilebilir..
- her zaman rüzgarlı değil.
- BAZI güvenlik riskleri vardır..

Avantajları

- Yenilenebilir.
- rüzgar bedava
- Sera gazı üretilmez.



Anlat hoca ..nedir.?

- Güneş'ten gelen enerjiyi kullanır.
- Güneş panelleri, Güneş'in enerjisini suyu ısıtmak için dönüştürüyor

Solar power



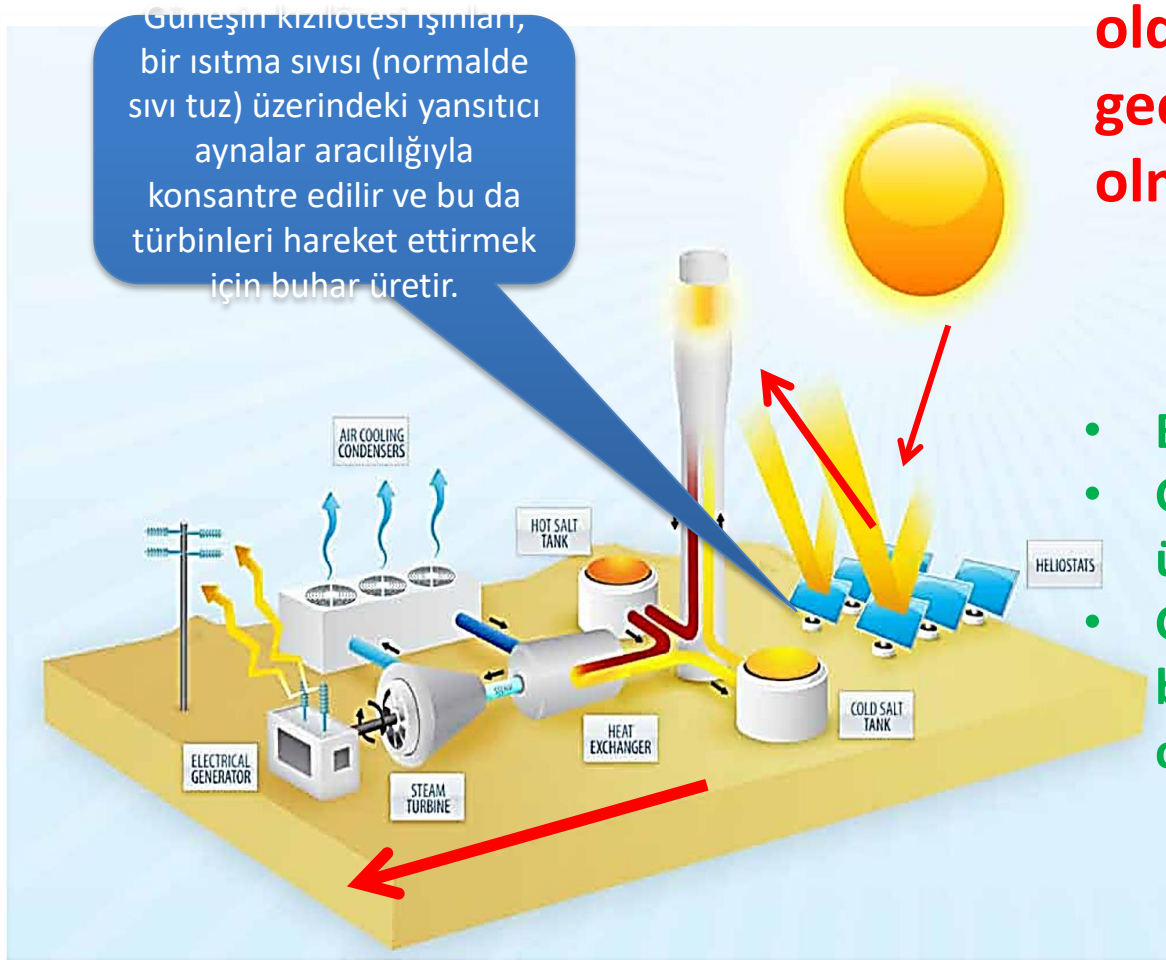
Güneş Enerjisi – Güneş Termal

Dezavantajları

- **pahalı.**
- **Bulutlu olduğunda veya gece yeterli ışık olmadığında.**

Avantajları

- **Bedava.**
- **Güneş sera gazı üretmez .**
- **Güneş her zaman bizim boyunca orada olacak**



YENİLENEBİLİR ENERJİ

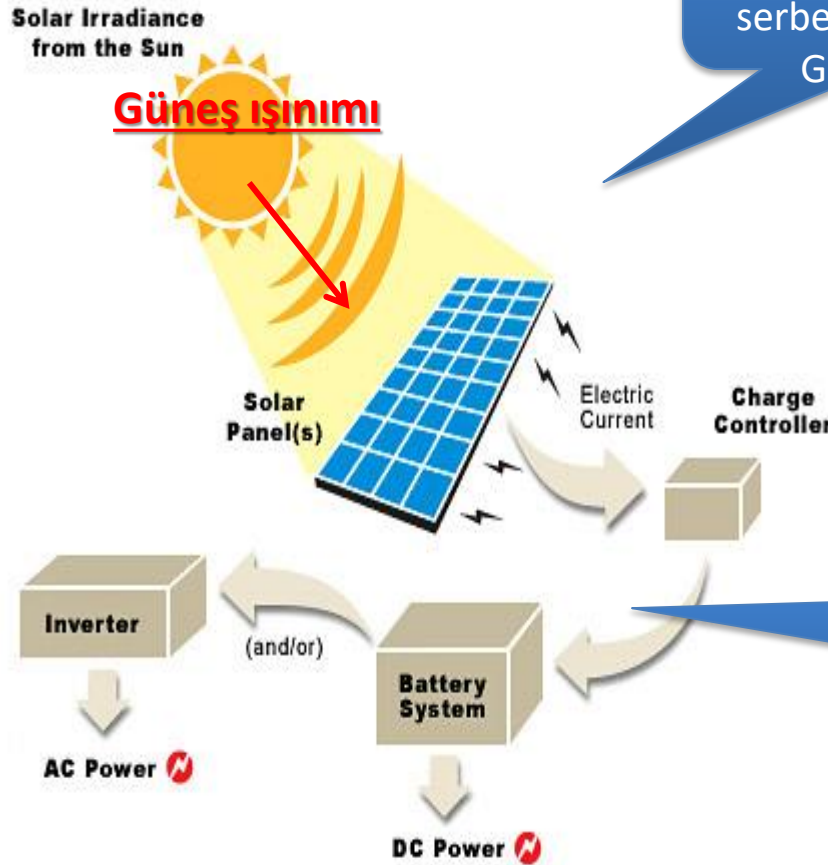
What is it?

- Güneşten gelen enerjiyi kullanır.
- Güneş panelleri, **Güneş enerjisini doğrudan elektriğe** aktarır.

Solar cells



Güneş Enerjisi - Fotovoltaik



Akım Fotovoltaik etki ile
üretilir -Silikon Panelde
güneş ışınımı nedeniyle
serbest elektron akışı
GERCEKLEŞİR.

Bir pilde saklanabilen
veya Alternatif Akım'a
(AC) dönüştürülebilen
doğru akım (DC) üretilir.

Solar cells

Dezavantajları

- **Pahalı.**
- **Çok yer kaplarlar.**
- **Sadece Güneş ışığında çalışırlar**

Avantajları

- **Bedava**
- **Güneş sera gazı üretmez..**
- **Güneş ömrümüz boyunca hep orada olacak.**



YENİLENEBİLİR ENERJİ

JEOTERMAL

Geothermal

**NEDİR BU
CEKTIĞİM
SENDEN?**

- Yerin altındaki kayalar sıcaktır..
- Bu sıcak kayalardan su pompalanabilir ve ısıtılabilir.



Dezavantajları

- Jeotermal santral kurabileceğimiz çok fazla yer yok .
- Zararlı gazlar ve mineraller yer altından zaman zaman çıkabilir.
- Bunları kontrol etmek zor olabilir.
- EN BÜYÜK DEZAVANTAJI SİZCE NEDİR.....



Avantajları

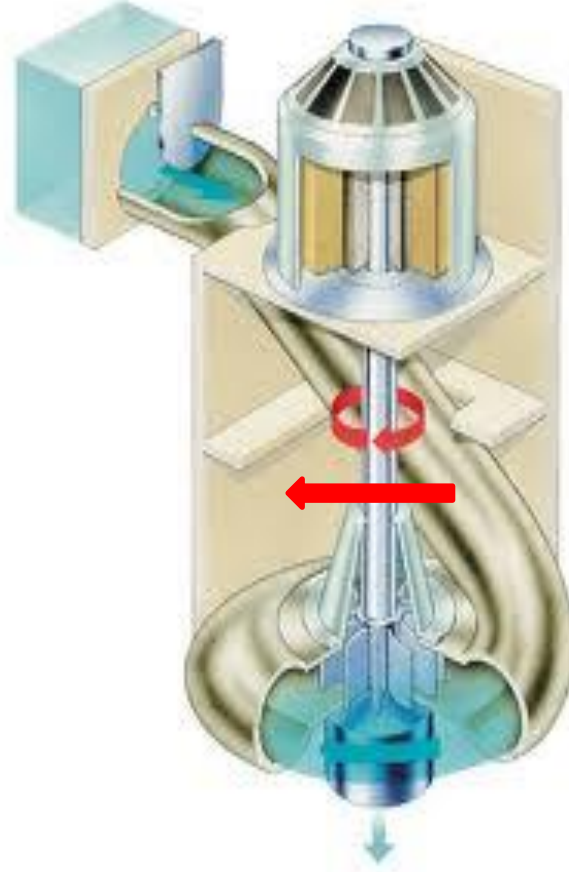
- Jeotermal enerji sera gazı üretmez.
- Enerji kaynağı ücretsizdir ve tükenmez .

YENİLENEBİLİR ENERJİ

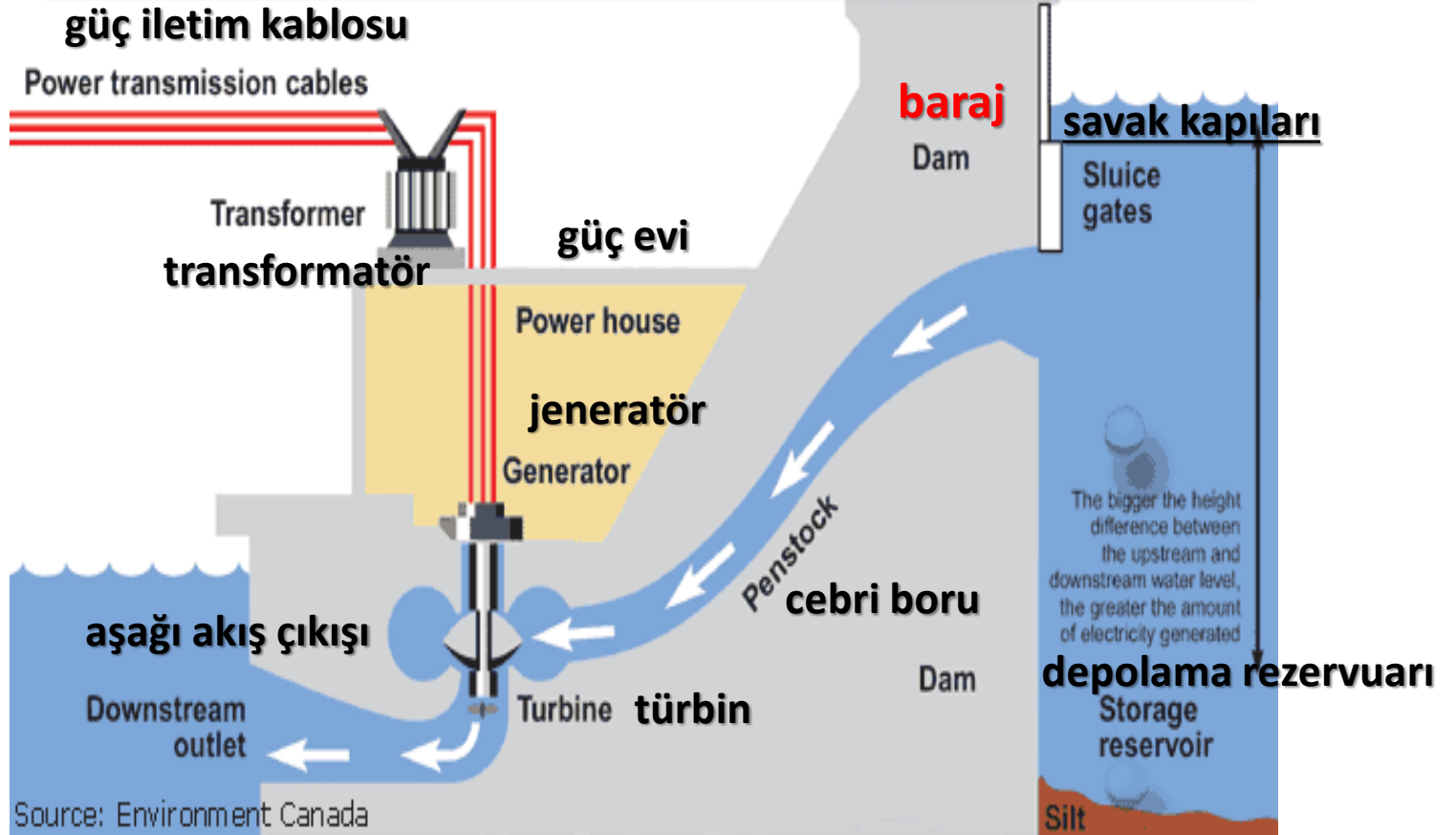
Hydroelectric

hidroelektrik nedir ?

- Akan su, elektrik üreten bir türbini döndürmek için kullanılır.



Hidroelektrik güç üretimi

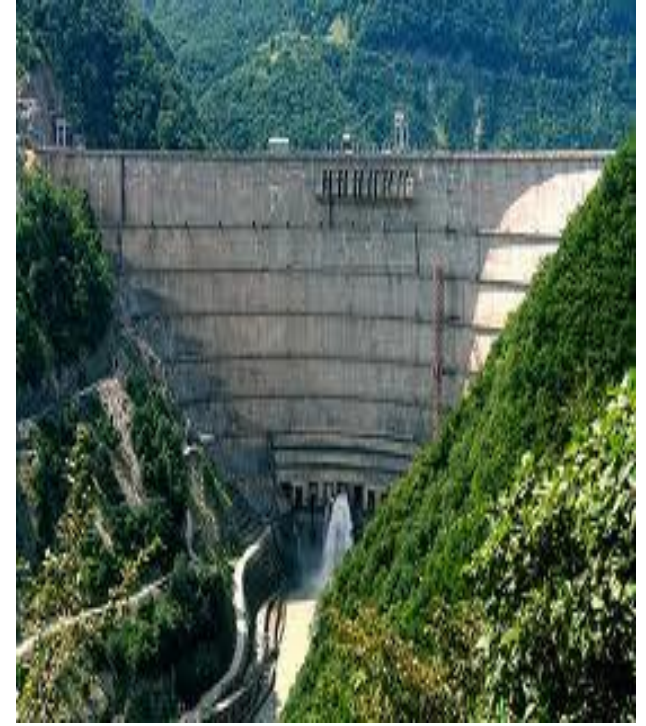


Dezavantajları

- Baraj oldukça pahalıdır..
- Bir baraj inşa ederek, yakındaki alanın sular altında kalması gerekir ve bu, yakındaki habitatları etkileyebilir.
- Çok yağmur yağmazsa, türbinleri döndürmek için yeterli suyumuz olmayabilir.

Avantajları

- Sera gazı üretilmez .
- Bedava.
- Yenilenebilir enerji kaynağıdır..



YENİLENEBİLİR ENERJİ

DALGA

What is it?

- Dalgalar havayı bir odaya girip çıkmaya zorlar .
- Hava bir türbinin üretilmesine neden olur .
- **EKSİK NE KALDI**
...DALGA



Dezavantajları

- Küçük dalgalar az miktarda elektrik üretir .
- Elektriğin denizden karaya taşınması gerekiyor.
- Ekipmanlar pahalıdır

Avantajları

- Dalgalar ücretsizdir ve tükenmez.
- Dalga gücü sera gazı üretmez.
- Çok az güvenlik riski vardır.
- Atın ustunde hissi var.



Yenilenebilir enerji

Hayda nedir bu ?

- Gelgit enerjisi, gelgitlerin yükselişi ve düşüşü sırasında okyanus sularının dalgalanmasıyla üretilen güçtür.

Gelgit enerjisi



Dezavantajları

- Jeneratörlerden su akışını sağlamak için bir baraj gerekebilir .
- Yakınlarda yaşayan bitki ve hayvanlar zarar görebilir
- Gelgitler günde yalnızca iki kez meydana gelir, bu nedenle yalnızca o sırada elektrik üretebilir.

Avantajları

- Bedava ve tükenmez.
- sera gazı üretmez.
- Güvenilir çünkü gelgitlerin tam olarak ne zaman olduğunu biliyoruz.



YENİLENEBİLİR ENERJİ

Nükleer

Zor enerji.?

- Radyasyon (Işınım metal atomlarının çekirdeklerinden salınır.
- Radyasyon elektrik üretmek için kullanılabilir.



Dezavantajları

- **Tehlikeli atık oluşturur.**
- **Uranyum kaynakları sadece 50 yıl daha dayanabilir.**
- **Yenilenemez**
- **Radyasyon kansere neden olabilir.**

Avantajları

- **Sera gazları üretilmez..**
- **Çok fazla enerji oluşturmak için sadece az miktarda yakıt gerekir .**



Nükleer enerjiye giriş

- **Uranyum**, 1789'da Alman kimyager Martin Klaproth tarafından keşfedildi ve adını Uranüs gezegeninden aldı..
- Atom radyasyonu, atomik değişim ve **nükleer fisyon bilimi 1895'ten 1945'e kadar geliştirildi**, çoğu o yılların son altı yılında hızlandı.
- 1939-45'te, çoğu **gelişme atom bombasına odaklandı**.
- 1945'ten itibaren, **bu enerjinin denizde sevk ve elektrik üretimi için kontrollü bir şekilde** kullanılmasına dikkat edildi.
- 1956'dan beri asıl odak noktası, **güvenilir nükleer santrallerin teknolojik evrimi** olmuştur..

Ekonomik Avantajları

- Bir pound 0. 456 kg ağırlığında yüksek oranda zenginleştirilmiş uranyumdaki enerji, bir milyon galon 3,7854 lt benzinle) 1 litre benzin= 9.7 kWh joule) karşılaştırılabilir.
- Bir pound uranyumda, bir pound kömürde olduğundan bir milyon kat daha fazla enerji..
- Nükleer enerji yılda 5,1 milyon ton sülfürü önlüyor 2,4 milyon ton azot oksit 164 metrik ton karbon
- İlk ticari enerji santrali, İngiltere 1956
- Dünya elektriğinin yüzde 17'si nükleer enerjiden geliyor...
- GELİŞMİŞ ÜLKELERDE VAR GELİŞMEKTE OLANLARDA.....NİYE YOK..

Nukleer Reaksiyonlar

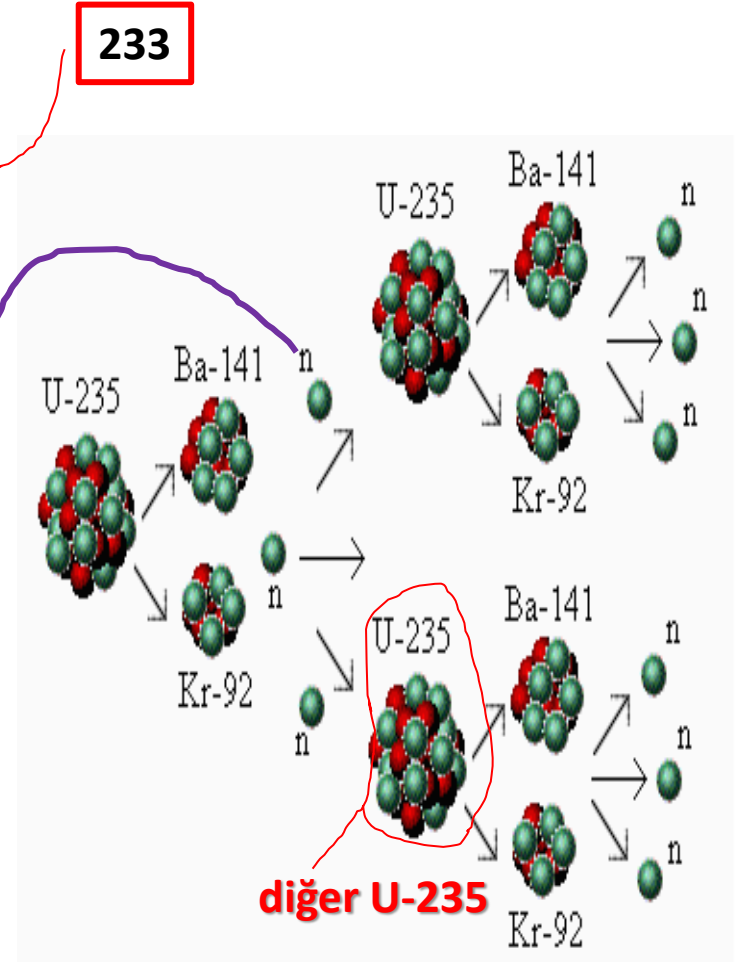
- Nükleer reaksiyonlar, **nükleer fisyon ve nükleer füzyon** dahil olmak üzere atom çekirdekleri arasındaki etkileşimlerle ilgilidir.
- Hem fisyon hem de füzyon **süreçleri madde ve enerji ile ilgilenir**
- Fisyon, bir çekirdeğin, **enerjinin serbest bırakılmasına yol açan iki «negatif " çekirdeğe bölünmesi işlemidir.»**
- Füzyon, iki "ana" çekirdeğin, enerjinin serbest bırakılmasına yol açan bir negatif çekirdeğe kaynaşması sürecidir.

Fisyon Reaksiyon

- Fisyon reaksiyonunun klasik bir örneği, U-235:

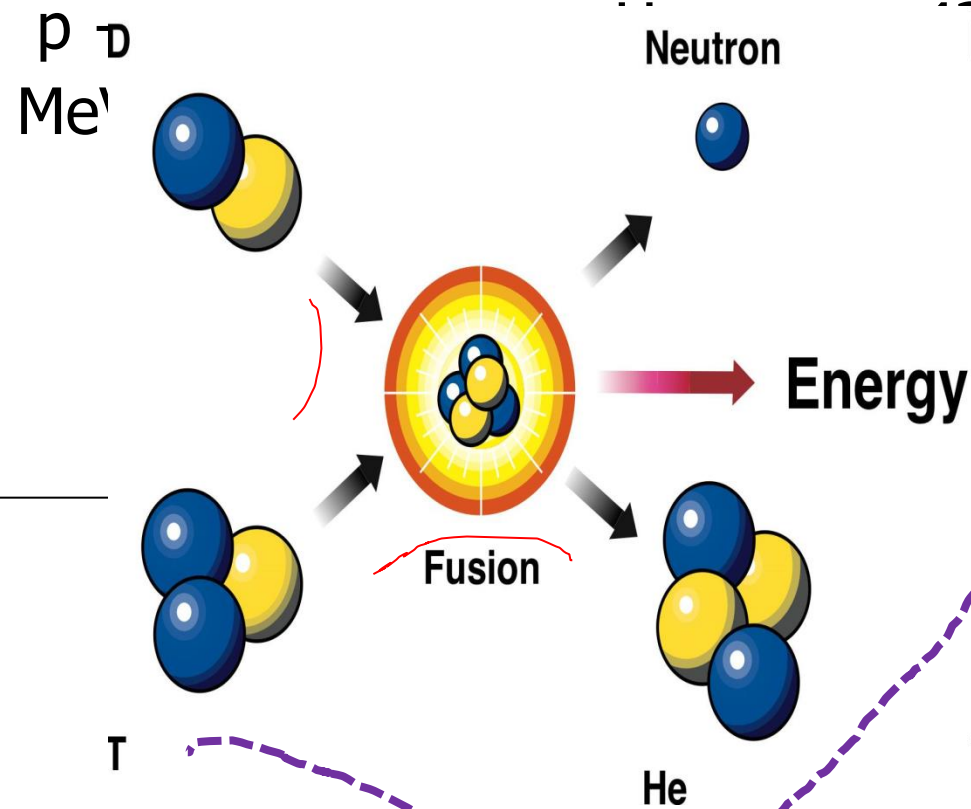
- U-235 + 1 Nötron
2 nötronlar + **Kr-92 + Ba-141 + E**

- Bu örnekte, başıboş bir nötron U235 atomuna çarpıyor. Nötronu emer ve U-236'nın kararsız bir atomu haline gelir. Daha sonra fisyonu uğrar. Bu nötronlar, fisyonlarını başlatmak için **diğer U-235 atomlarına**



Fuzyon Reaksiyonları

- Füzyon reaksiyonunun klasik bir örneği, **döteryum (ağır hidrojen) ve helyuma dönüştürülen ve enerji salan trityumdur.**

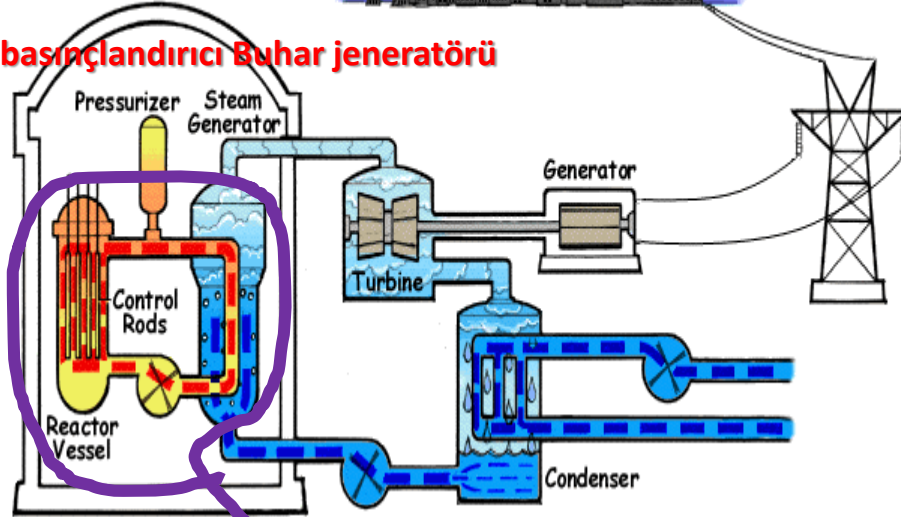


Nükleer güç santrali

muhafaza yapısı

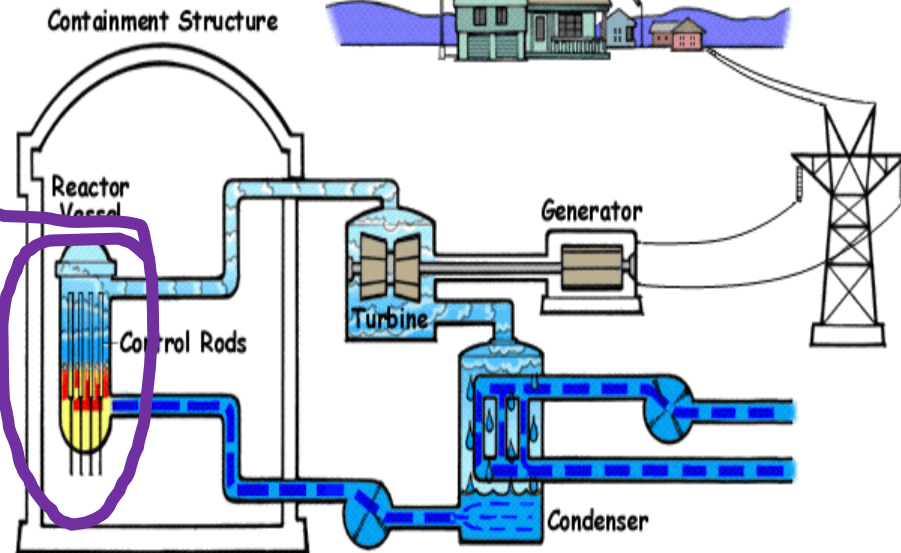
Containment Structure

basınçlandırıcı buhar jeneratörü



**Basınçlı Su
Reaktörü (PWR)**

**Boiling Water
Reactor
(BWR)**



Nukleer enerji **guvenlimi?**

Chernobyl Accident- April 26, 1986



- Dünyanın en kötü nükleer santral kazası.
- Pripjat Nehri üzerinde Ukrayna'da Çernobil .

neden

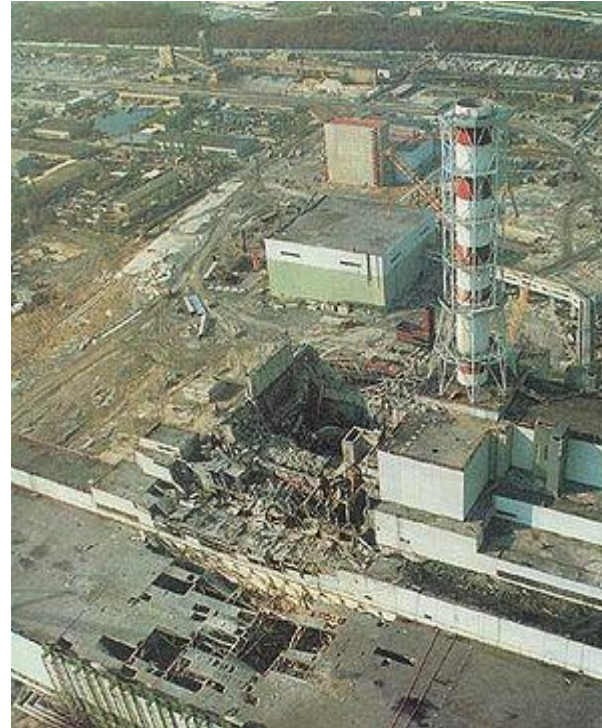
- Nüfus 12.500; 30 km yarıçapında 120.000
- 4 reaktor (2 built in 1970's, 2 in 1980's)
- Elektrik gücü güvenlik kontrolü sırasında tasarım ve operatör hatasının birleşimi, ardından kimyasal (nükleer değil) patlama

ile Reactor 4'ün çekirdek
ihlaline yol açan olaylar
dizisiyle sonuçlandı

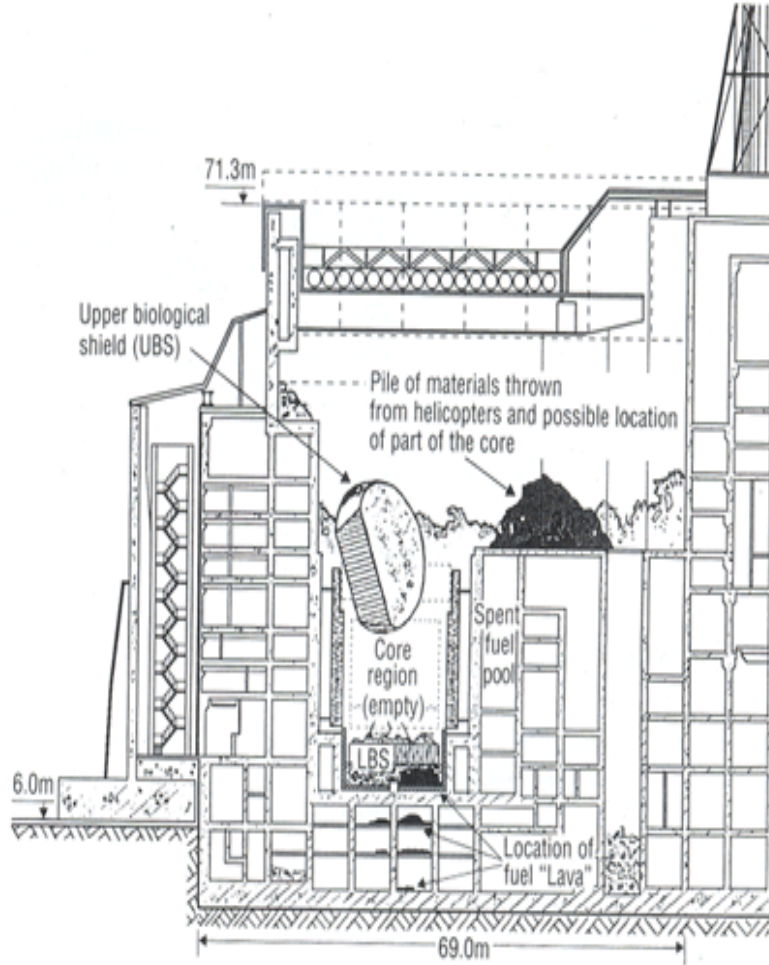
Chemistry in Context, Chapter 7

<http://www.world-nuclear.org/info/chernobyl/inf07.htm>

Chernobyl- Reactor 4 Site



<http://www.greenfacts.org/en/chernobyl/> /UN Chernobyl Forum(2006)
http://en.wikipedia.org/wiki/Chernobyl_disaster



**Bor, dolomit, kum,
kil ve kurşun, ateşi
ve radyoaktif
parçacıkların
salınımını kontrol
altına almak için
helikopterle
YUKARDAN ATILDI .**

Çernobil Kaza

- **Soğutucu su akışı kesildi**, yetersiz # kontrol çubuğu, çekirdek ihlali.
- **Reaktördeki nötronları yavaşlatmak için kullanılan grafit alev aldı. Grafit üzerine püskürtülen su, hidrojen gazı oluşumuna neden olur - kimyasal yanma reaksiyonu ve patlama**
 - $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{C}(\text{graphite}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 - $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- 10 gün boyunca atmosfere dağılan büyük miktarda radyoaktif fisyon ürünü (**Hiroşima/Nagasaki'den yaklaşık 100 kat** daha fazla)
- **60 km** yarıçapında **150.000 kişi kalıcı olarak tahliye** edildi.
- hemen birkaç işçi, akut radyasyona maruz kalan yaklaşık 30 itfaiyeci/acil durum çalışanı ve subakut etkilerden daha küçük bir # (toplam, yaklaşık 60 ölüm)
- Atıkları gömen ve Reactor 4'ün etrafına beton bir "lahit" inşa eden temizlik ekibindeki (tasfiye memurları) yaklaşık 200.000 kişi de dahil olmak üzere, ömrünü kısaltabilecek radyasyon seviyelerine maruz kalan yaklaşık 250 milyon insan

Chemistry in Context, Chapter 7

<http://www.world-nuclear.org/info/chernobyl/inf07.htm>

- İlk radyasyon öncelikle I-131 (yarı ömür= 8 gün), daha sonra Cs-137 (yarı ömür= 30 yıl) salınır.
- Özellikle I-131'e duyarlı çocuklar. Tiroid I-hormonunu tiroksin (T4, büyüme/metabolizma) üretmek için alır. (T4, growth/metabolism).
 - I-131 bozunmaları eşlik eden gama ışını ile beta emisyonu olabilir
 - Yutulması halinde **tiroid kanserine neden** olabilir
 - Maruz kalan çocuklarda yaklaşık 4000 tiroid kanseri vakası (2000), bu grupta ilgili dokuz ölüm
 - Ön kanıtlar (2006), “tasfiyeci” grupta ve diğerlerinde ilk yıl daha yüksek maruziyetle lösemi ve muhtemelen diğer kanser riskinin arttığını öne sürüyor- “İlk yılda maruz kalan yaklaşık 600.000 işçi arasında, bu radyasyona bağlı kanser ölümlerinde olası artış maruz

Çernobil Kazası

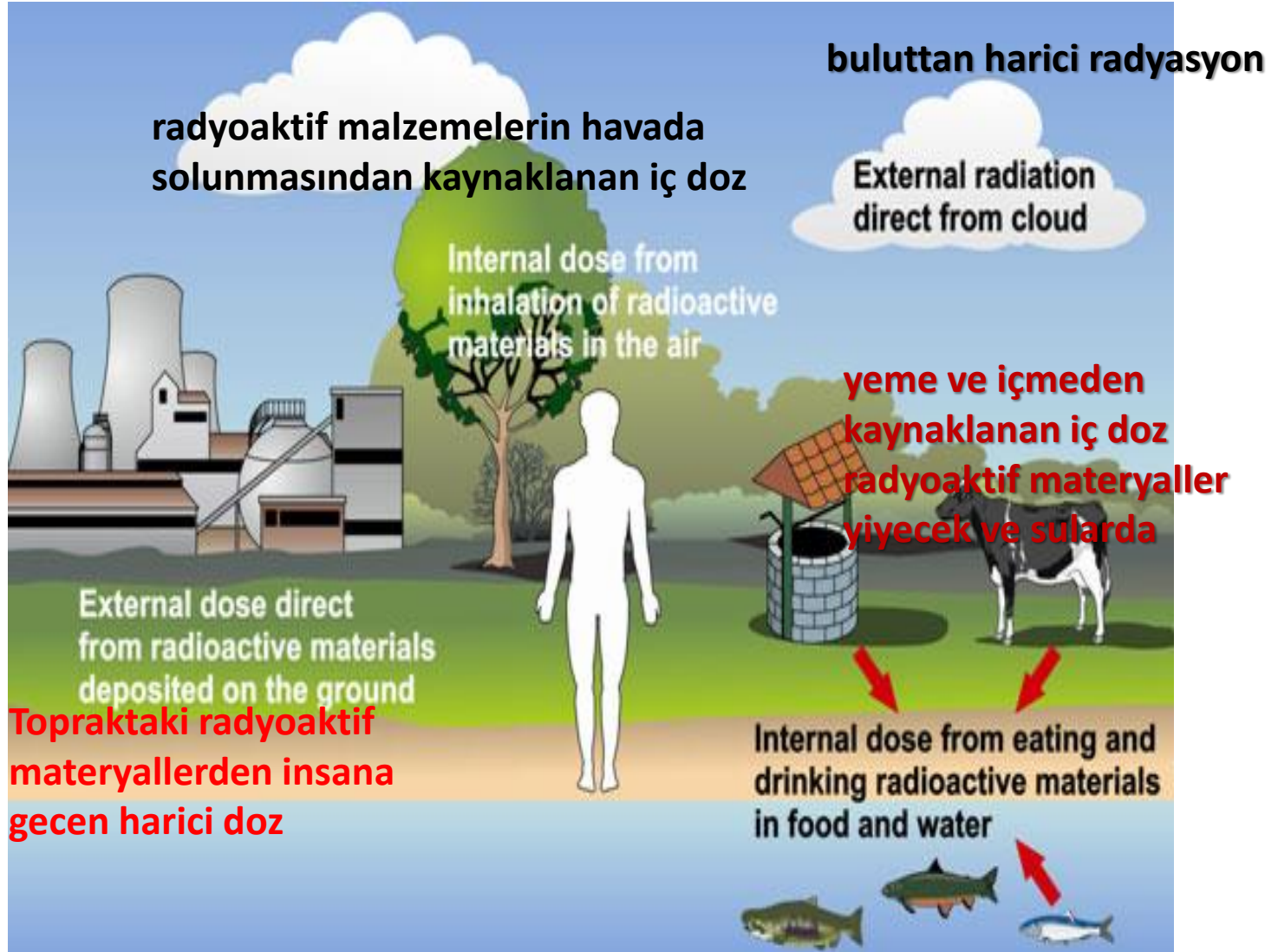
- Aksi takdirde, BM raporu (2000)- “maruz kalan çoğu insan üzerinde radyasyona bağlı önemli sağlık etkileri olduğuna dair bilimsel bir kanıt yoktur”

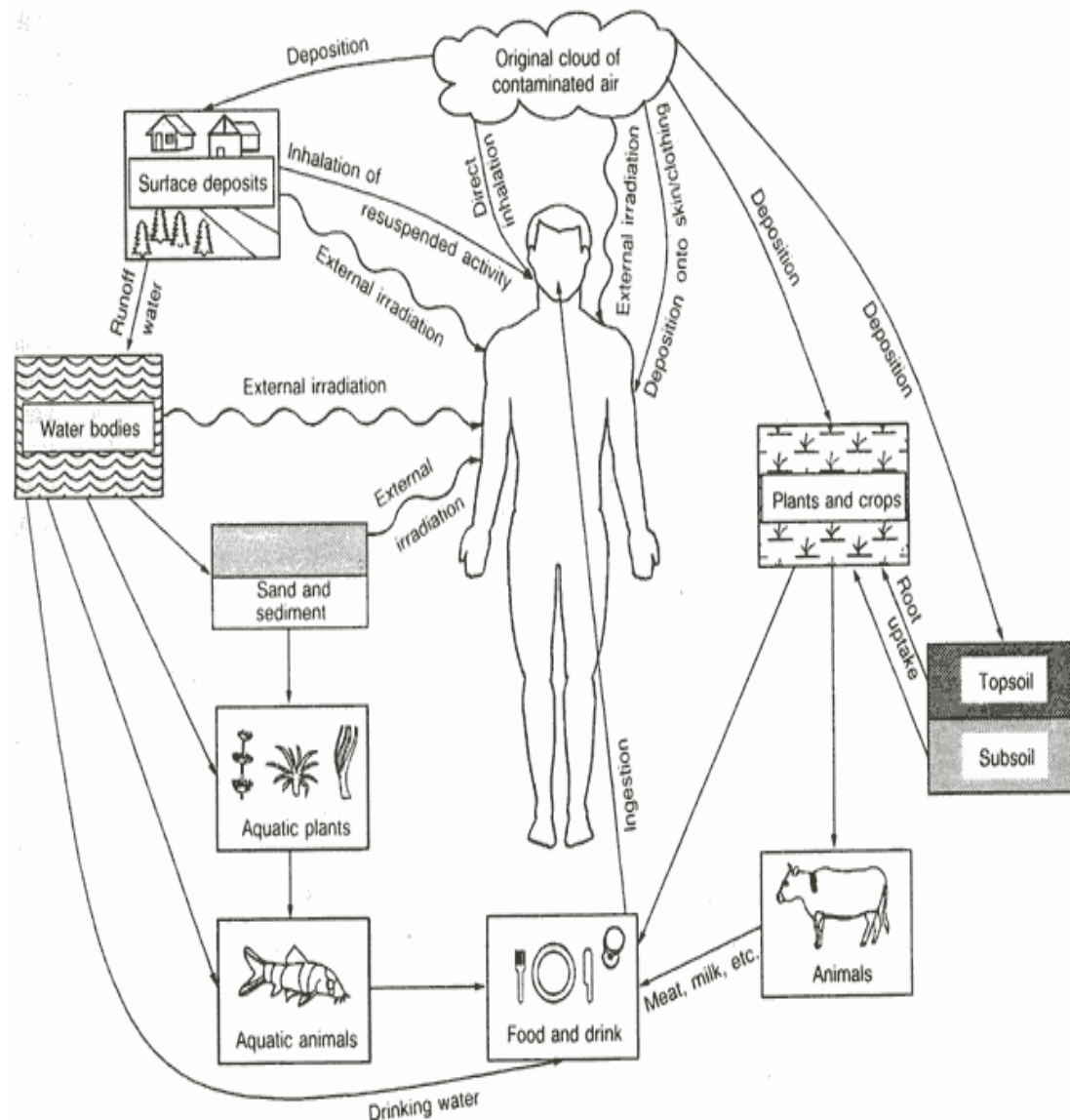
- Doğum kusurlarında, anormal gebeliklerde veya doğurganlığın azalmasında artış kanıtı yok.
- İkincil etkiler - kadercilik, zihinsel sağlık sorunları, sigara, alkol kötüye kullanımı, genel sağlık ve beslenme bozukluğu.
- Yüksek Cs-137 nedeniyle çevredeki tarım arazisi (1000 mil kare) tarıma elverişli değil (istisna, Belarus'ta küçük bir alan)
- İskandinavya'da ren geyiği etinde yüksek düzeyde Cs-137 bulundu
- 30 km içindeki bitkiler/hayvanlar üzerindeki kontaminasyon etkileri –
- Yakındaki su kütlelerinin ve balıkların kirlenmesi

<http://www.kirli-nemesis.org/info/chernobyl/inf07.htm>

<http://www.greenfacts.org/en/chernobyl/>

Radyoaktif Maddelerin Yayılmasından İnsana Maruz Kalma Yolları





Main environmental pathways of human radiation exposure

[Source : IAEA technical report ISBN 92-0-129191-4 Vienna 1991]

Nükleer Enerji- ABD Deneyimi

Three Mile Adası - 28 Mart 1979

- Harrisburg, Pensilvanya yakınlarında
- En ciddi ABD nükleer santral olayı
- Valf arızası ve kısmi erime ile soğutma sıvısı kaybı
- Bir miktar radyoaktif gaz salındı, can kaybı yok
- Maruz kalan popülasyonda kanser ölümlerinde önemli bir artış yok
- Hasar büyük ölçüde kontrol altına alındı
- Çin Sendromu 12 gün önce yayınlandı
- Yeni nükleer santrallerin inşası ↓↓ kısa bir süre sonra
- Nükleer enerji endüstrisinde ve **NRC'de acil durum müdahalesi, operatör eğitimi, mühendislik/tasarım kriterleri, radyasyondan korunma ve güvenliği artırmaya yönelik gözetim ile ilgili geniş çaplı değişikliklerle** sonuçlandı.

Nükleer Santrallerin Güvenliği

- Çelik takviyeli beton ve kubbe şeklinde muhafaza binaları tüm ABD reaktörlerini çevreliyor (iç duvar birkaç fit kalınlığında ve dış duvar en az **15 inç kalınlığında**)
- Kasırgalara, **depremlere ve şiddetli rüzgarlara dayanacak şekilde tasarlanmıştır**
- Reaktörler, **titreme durumunda hızla kapanacak dedektörlere sahiptir (yaklaşık %20'si Pasifik Kıyıları gibi sismik aktiviteye sahip bölgelerdedir)**
- Güvenlik göz önüne alındığında, ele alınmalıdır ...
 - **Tesis tasarımındaki hatalar**
 - **İnsan hatası**
 - **Terörizm/siyasi istikrarsızlıkla ilişkili riskler**

İyonize Radyasyonun Etkileri

- İyonlaştırıcı radyasyon, bir atom veya molekülün bağlı seçimlerini ortadan kaldırmak için yeterli enerjiye sahiptir.
- **Alfa/beta parçacıkları ve gama/x-ışınları içerir**
- Eşlenmemiş elektronlarla oldukça **reaktif serbest radikaller oluşturabilir**
 - $\text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{H}_2\text{O}\cdot] + \text{e}^-$
- İnsan vücudunda hızla bölünen hücreler, **özellikle serbest radikallerin verdiği hasara karşı hassastır.**
- Radyasyon, tiroidin belirli kanserlerini ve Graves hastalığını tedavi etmek için kullanılabilir.
- Ancak **iyonlaştırıcı radyasyon sağlıklı hücelere de zarar verebilir.**
- Radyasyon dozu, **radyasyon tipi, iletim hızı ve doku tipi ile belirlenen biyolojik hasar**

Radyasyon Üniteleri

Radyoaktif maddenin aktivite- parçalanma hızı

- Becquerel-SI birimi (Bq) = saniyede 1 parçalanma (dps)
- Curie (Ci) = $3,7 \times 10^{10}$ Bq = 1g Ra'dan # dps

Absorbe edilen doz- radyasyon tarafından absorbe edilen bir materyale verilen enerji

- Gray- SI birimi (Gy) = kilogram başına 1 joule
- 1 Gy = 100 rads

Doz Eşdeğeri (DE)- biyolojik etki açısından doz

- $DE = \text{Absorbe edilen doz} \times \text{Kalite faktörü (Q)}$
- $Q = 1$ beta parçacıkları ve gama/x-ışınları için
- $Q = 10$ alfa parçacıkları için
- Sievert- SI unit (Sv)
- 1 Sv = 100 rems

Akut Radyasyon Maruziyetinin Fizyolojik Etkileri

Gözlenebilir etki yok ($< .25$ Gy) - .25 Gy, yıllık ortalama radyasyon maruziyetinin yaklaşık 70 katıdır!

Beyaz kan hücresi sayısı düşer (.25 to 1 Gy)

Hafif radyasyon hastalığı (1 to 2 Gy absorbed dose)

- 24-48 saat içinde bulantı ve kusma
- Baş ağrısı
- Tükenmişlik
- Weakness

Orta derecede radyasyon hastalığı (2 to 3.5 Gy)

- 12 ila 24 saat içinde bulantı ve kusma
- Ateş
- Saç kaybı
- Kan kusma, kanlı dışkı
- Kötü yara iyileşmesi
- Hafif radyasyon hastalığı semptomlarından

Chemistry in Context, Chapter 7

<http://www.mayoclinic.com/health/radiation-sickness/DS00432/DSECTION=symptoms>

Şiddetli radyasyon hastalığı (3.5 to 5.5 Gy)

- Maruz kaldıktan sonra 1 saatten az bir süre sonra bulantı ve kusma
- İshal
- Yüksek ateş
- Daha düşük doz maruziyetinin herhangi bir belirtisi
- Yaklaşık %50 ölüm

ÇOK Şiddetli radyasyon hastalığı(5.5 to 8 Gy)

- Maruz kaldıktan 30 dakika sonra bulantı ve kusma
- Baş dönmesi
- oryantasyon bozukluğu
- Düşük kan basıncı
- Daha düşük doz maruziyetinin herhangi bir belirtisi
- > %50 ölüm

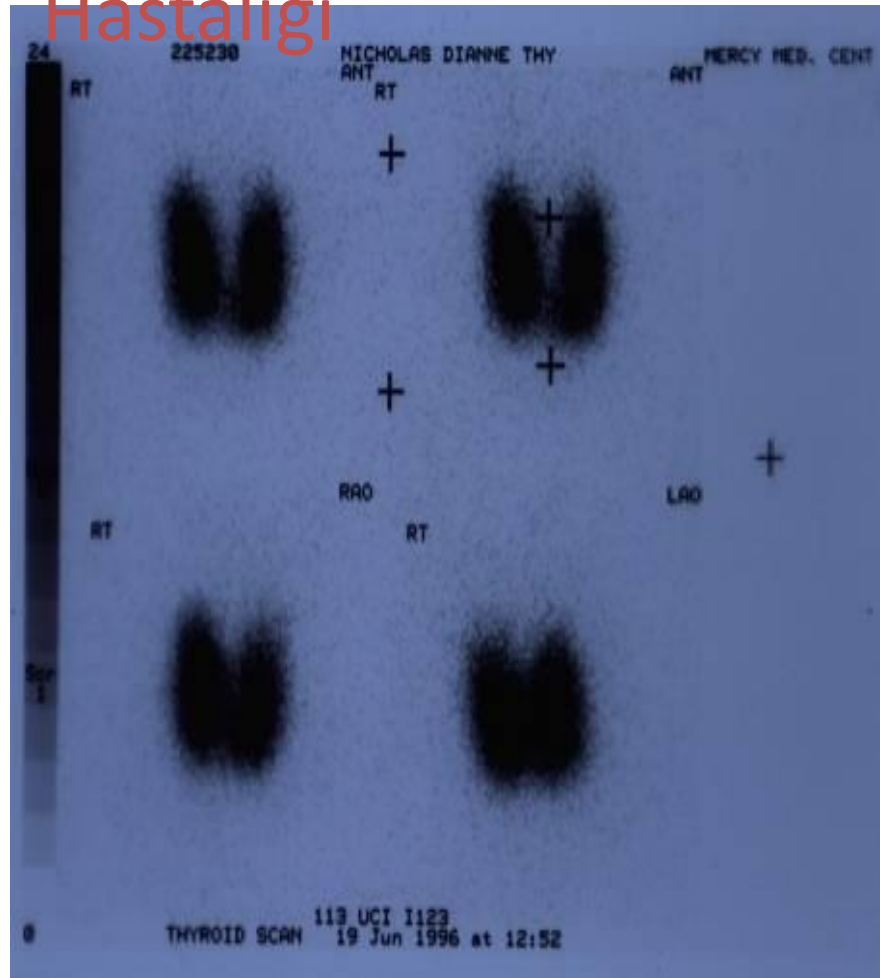
Daha uzun süreli veya kronik radyasyon etkileri

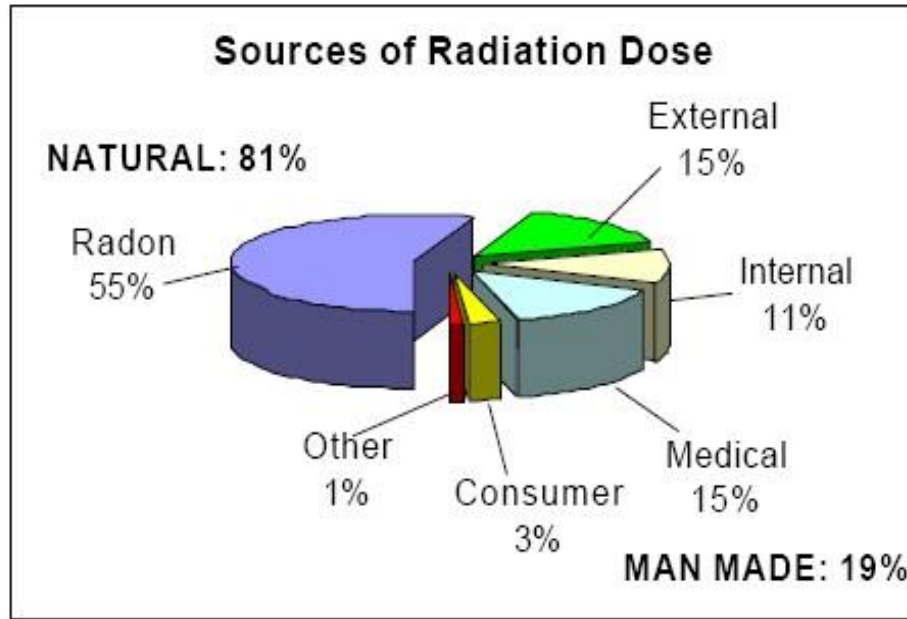
arasında genetik mutasyonlar,

[http://www.mayoclinic.com/health/radiation-](http://www.mayoclinic.com/health/radiation-tumors/k00007)

tumörler/kanser-değüm kusurları, katarakt vb

Tiroid Taraması- Graves Hastalığı





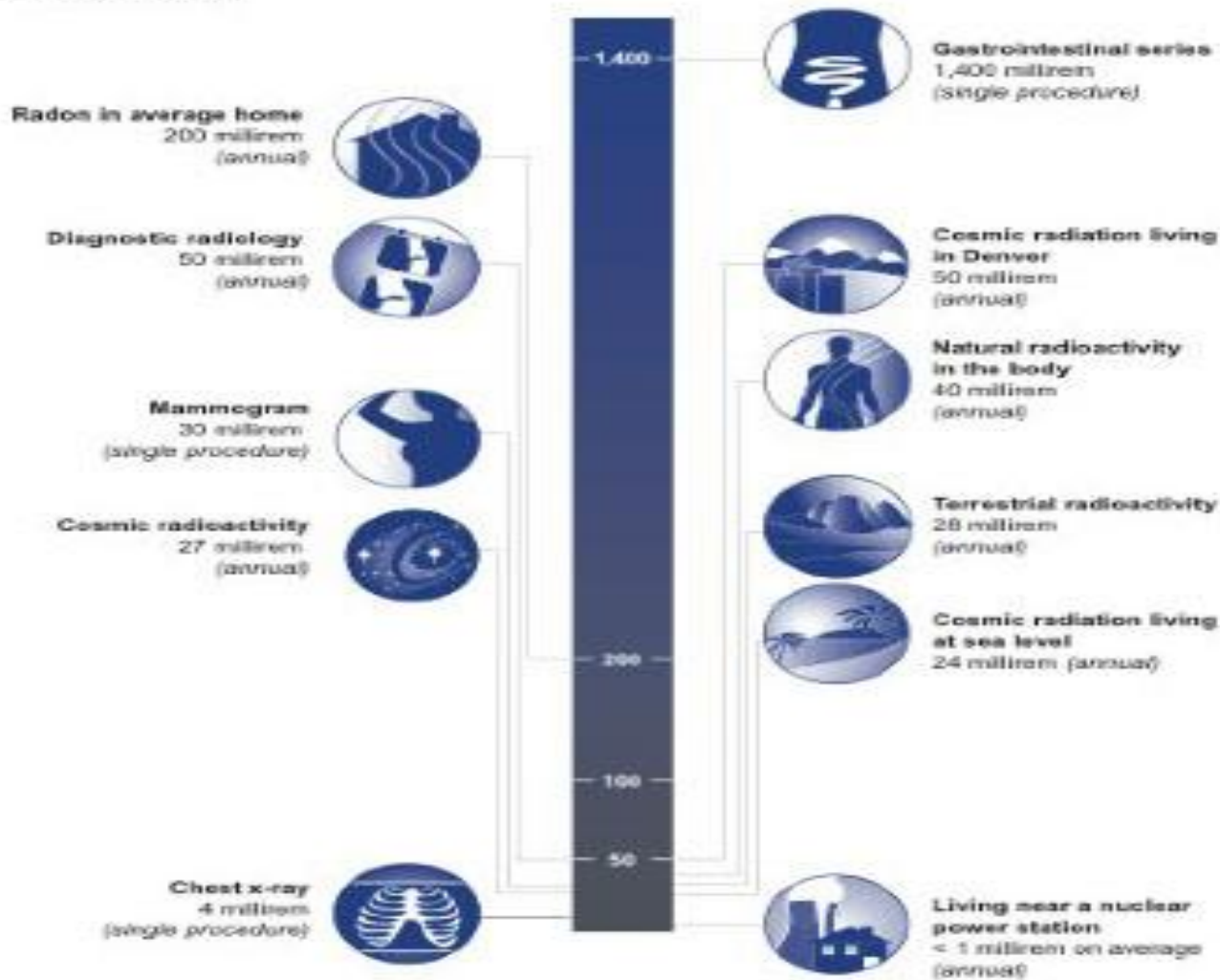
- Doğal kaynaklar (%81), radon (%55), harici (kozmetik, karasal) ve dahili (K-40, C-14, vb.)
- İnsan yapımı kaynaklar (%19) tıbbi (tanısal x-ışınları-%11, nükleer tıp-%4), tüketici ürünlerini ve diğer (serpinti, enerji santralleri, hava yolculuğu, mesleki vb.)

NCRP Report No. 93

www.epa.gov/rpdweb00/docs/402-f-06-061.pdf

RELATIVE DOSES FROM RADIATION SOURCES

Millirem Doses



Radyasyon Dozu Karşılaştırmaları

KAYNAK	Dose (mrem)
Göğüs röntgeni	10
5 saatlik uçak uçuşu	3
1 yıl boyunca kömürle çalışan elektrik santralının 50 mil yakınında yaşamak	.03
1 yıl boyunca bir nükleer santralin 50 mil yakınında yaşamak	.009
ABD Yıllık Ortalama Tüm Vücut Radyasyon Dozu	360

Chemistry in Context, Chapter 7

http://www.who.int/ionizing_radiation/env/cosmic/en/index1.html

Sigaranın Radyasyon Dozu Üzerine Etkisi

- Ortalama yıllık tüm vücut radyasyon dozu yaklaşık 360 mrem'dir.
- Sigara içiyorsanız, yaklaşık 280 mrem ekleyin (kaynak, içilen günde # paket belirtmez)
- Tütün, Po-210'a dönüşen Pb-210 içerir.
- Kemiklerde Pb-210 birikintileri.
- Po-210 karaciğer, dalak ve böbreklerde

<http://www.doh.wa.gov/ehp/rp/factsheets/factsheets-hm/fs10bkvsman.htm>

<http://web.princeton.edu/sites/ehs/osradtraining/backgroundradiation/backgr>

[ound.htm](#)

Long Term Effects of LOW Radiation Doses

- Long term effects of low doses of radiation still unknown
- Two radiation dose-response models
 - Linear non-threshold
 - More conservative model used by EPA and other federal agencies
 - Radiation harmful at all doses, even low ones
 - Threshold
 - Assumes cellular repair at low doses
 - Assumes low doses are safe

Nuclear Waste

- Challenges in the storage of spent reactor fuel
- Waste
 - Contains radioactive fission products
 - Can be hazardous for thousands of years
 - Half-life of Pu-239 is 24,110 years
 - Fission products, if released, can build up in the body and be fatal

Types of Nuclear Waste

- High-level radioactive waste (HLW)
 - Long half-lives of radioisotopes
 - Requires permanent isolation
 - “Mixed waste” because hazardous chemicals & radioactivity
 - National risk because the waste could be extracted and used to make nuclear weapons
 - From nuclear power plants
 - Spent Nuclear Fuel (SNF): radioactive material remaining in fuel rods after it's used to generate power in nuclear reactor
 - Contains Pu-239

Types of Nuclear Waste

- Low-level radioactive waste (LLW)
 - Waste with smaller amounts of radioactive materials
 - No spent nuclear fuel
 - Includes contaminated lab clothing, gloves, and tools (radioactivity levels are low)
- 90% of nuclear waste is LLW not HLW

Options for Nuclear Waste

- Almost all nuclear waste is stored where it was generated
 - sites are not intended for long-term storage
- Outside the US, countries reprocess their SNF using **breeder reactors**
 - Nuclear reactor that can produce more fissionable material than it consumes (recovering Pu-239 from U-235)

Options for Nuclear Waste

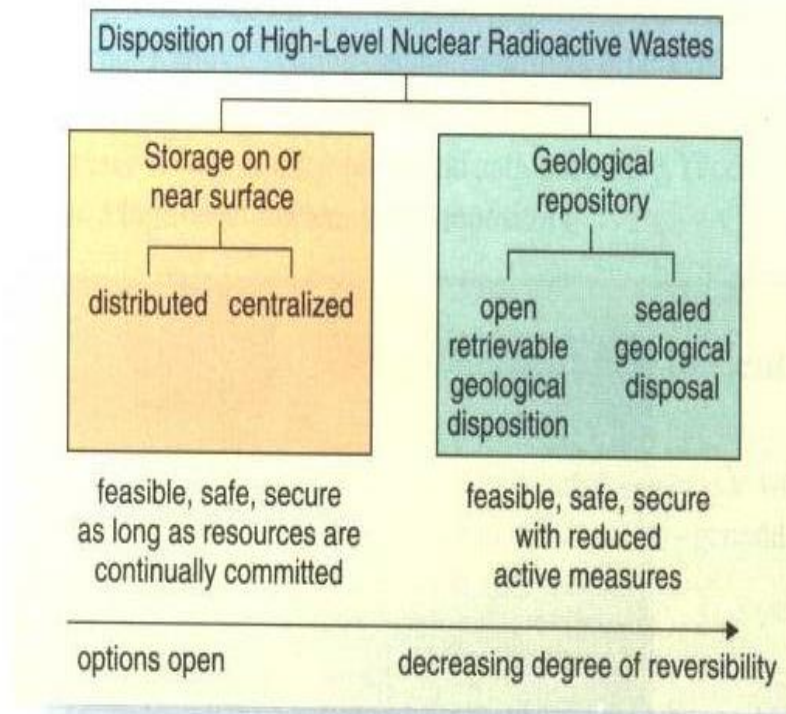


Figure 7.23

Methods of high-level nuclear waste deposition.

RiskLER & FAYDA of NÜKLEER SANTRAL

Table 7.6 Risks from Coal and Nuclear-Powered Electricity Generators

Hazard Type	Coal	Nuclear
Routine occupational hazards	Coal mining accidents and black lung disease constitute a uniquely high risk.	Risks from sources not involving radioactivity dominate.
Deaths*	2.7	0.3–0.6
Routine population hazards	Air pollution produces a relatively high, though uncertain, risk of respiratory injury.	Low-level radioactive emissions are more benign than the corresponding risks from coal.
Deaths*	1.2–50	0.03
Catastrophic hazards (excluding occupational)	Acute air pollution episodes with hundreds of deaths are not uncommon. Long-term climatic change, induced by CO ₂ , is conceivable.	Risks of reactor accidents are small compared with other quantified catastrophic risks.
Deaths*	0.5	0.04
General environmental degradation	Strip mining and acid runoff; acid rainfall with possible effect on nitrogen cycle.	Long-term contamination with radioactivity.

*Deaths are the number expected per year for a 1000-megawatt power plant. In all cases, 6000 person-days lost are assumed to equal one death.

Source: Modified from *Perilous Progress: Managing the Hazards of Technology*, by Robert W. Kates, Ed., 1985, Westview Press, Boulder, Colorado.

Nükleer güç tarafından üretilen enerjiyle ilgili riskler, kömür yakan santrallerden daha azdır.