

ENERJİ TRANSFER ve DÖNÜŞÜM YÖNTEMLERİ

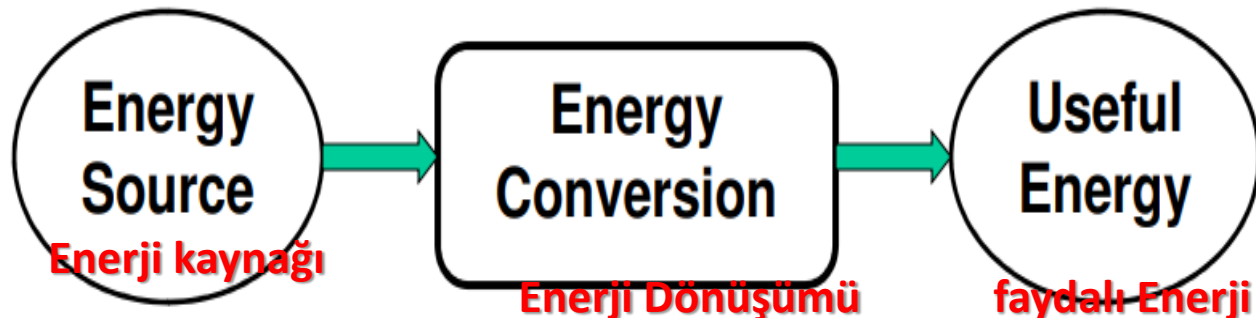
- Enerji Dönüşümünün önemini ve zorluklarını tanıtın
 - Diffüz enerji kaynakları
 - Termodinamik limitler
 - Oran süreçleri

Energy Conversion

Enerji Dönüşümü

- Energy Conversion is the process of changing energy from one form to another

Enerji Dönüşümü, enerjiyi bir biçimden diğerine değiştirme sürecidir.



- **BIYOKÜTLE → Isı (özellikle pişirme)**
- **Güneş → Isı, kuru giysiler, kuru gıda**
 - solar hala ana ısı kaynağıdır, dönüştürmeye gerek yoktur
 - güneş biyokütle, rüzgar hidro. V.b kaynağıdır
- biyokütle → Çiftlik hayvanı → beygir gücü , gıda

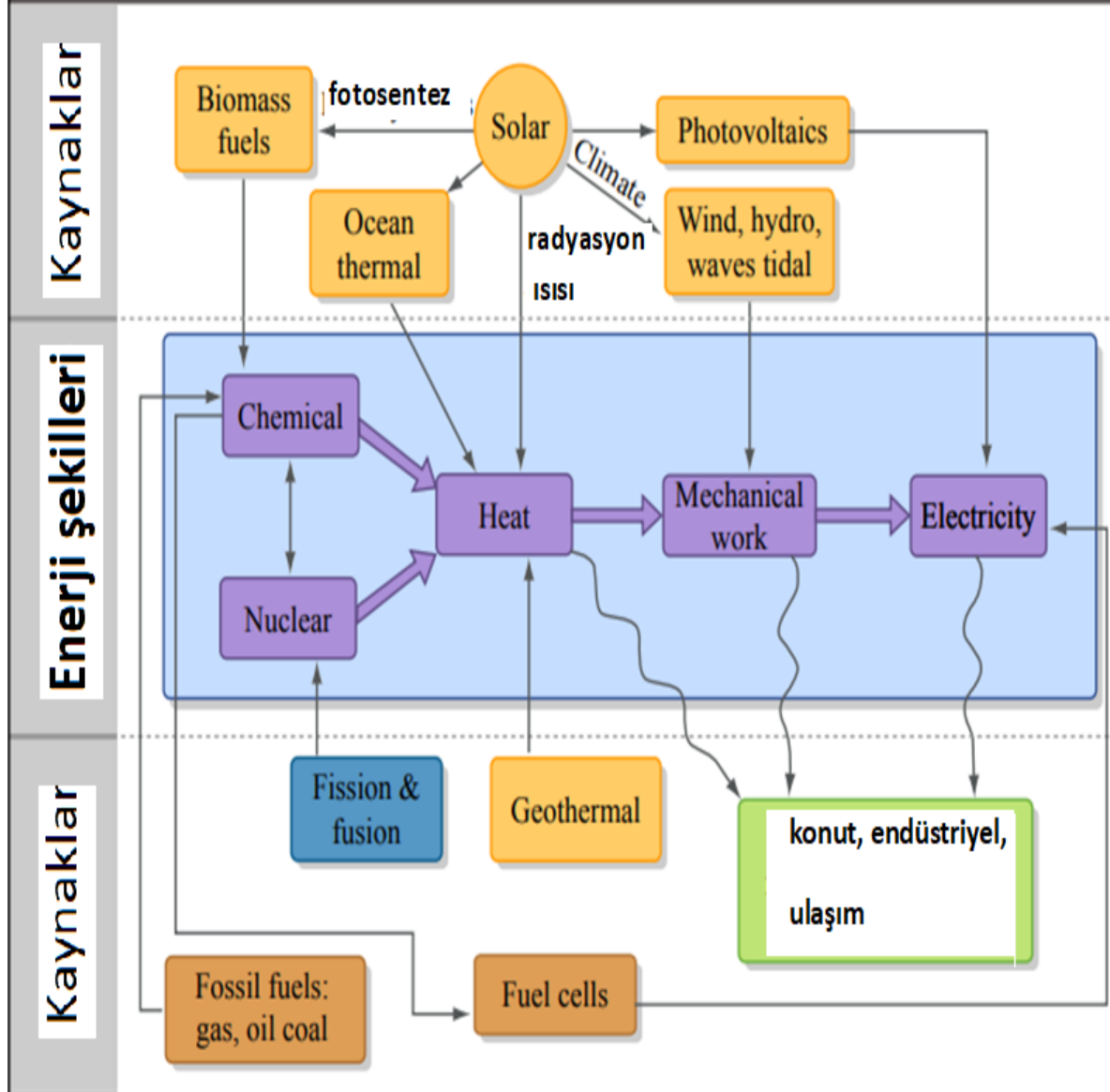
Daha sonra, insanlar da bu dönüşümleri yaptı

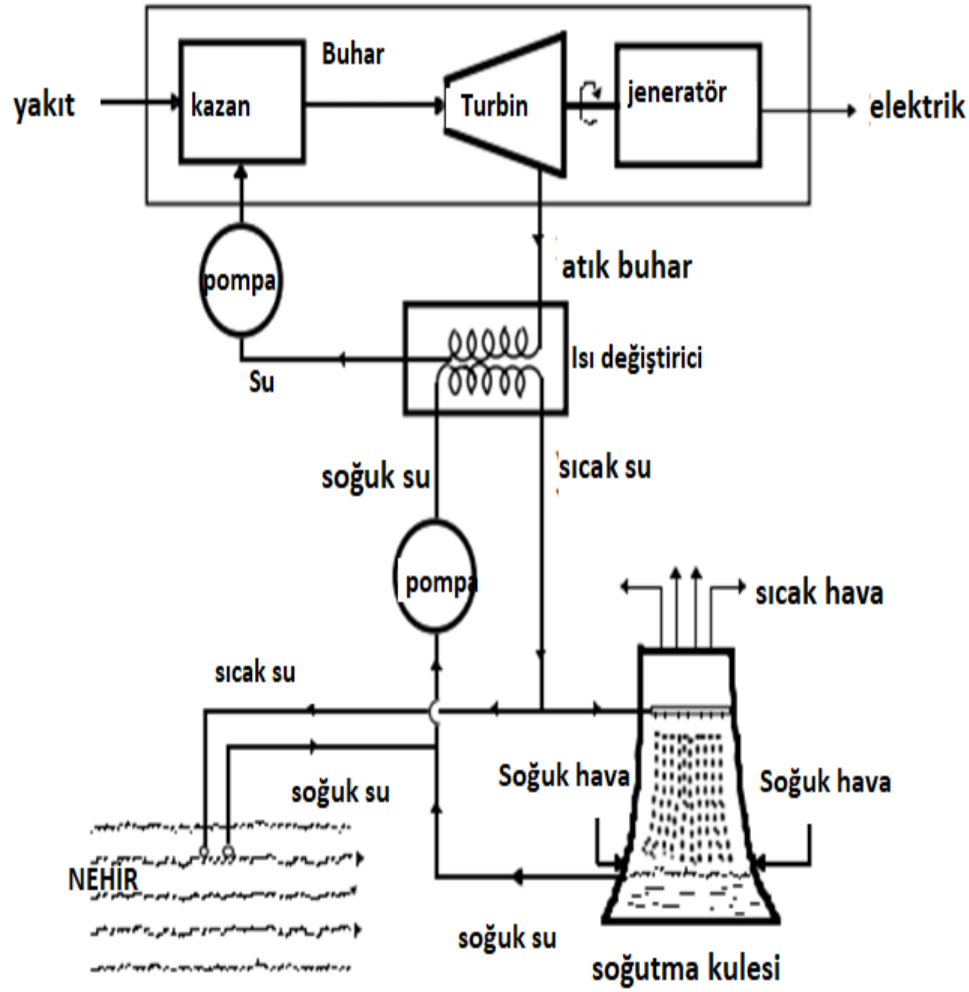
- Kömür → Isı
- hidro → öğütme unu, çalışan makineler
- Rüzgar → Isı pompası

Energy Sources

Type of Energy	Examples
Potential Energy	Hydro
Kinetic Energy	Wind, Tidal
Thermal Energy	Geothermal, Ocean Thermal
Radiant Energy	Solar
Chemical Energy	Oil, Coal, Gas, Biomass
Nuclear Energy	Uranium, Thorium

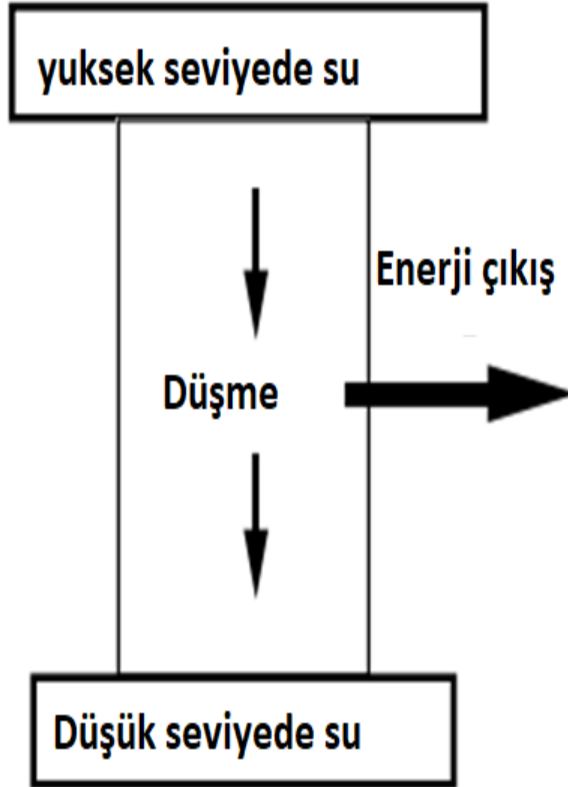
Enerji transfer ve dönüşüm yöntemleri



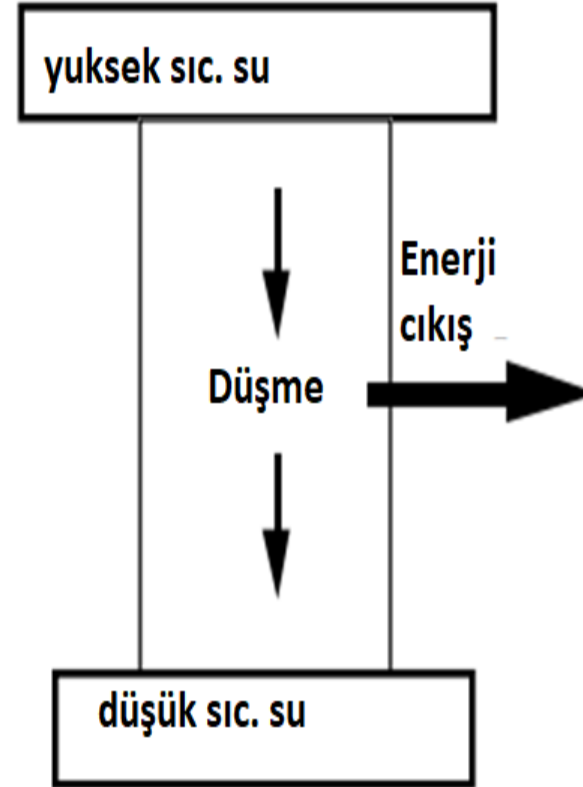


Enerji dönüşüm (potansiyel kinetığe dönüş) su çarkı

Potansiyel → Kinetik



Isı → İş



Termodinamik analize gerek olmadan ,Max. yani ideal durumu ısı enerji etkinliği ($E_{\max}$).

$$E_{\max} = \frac{\text{Max. kullanılabilir iş çıkışı}}{\text{Enerji girişi}} = \frac{T_H - T_L}{T_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

Bir enerji santralinde, kazandan çıkan buhar, 700 °C sıcaklıkta türbine ulaşır. Harcanan buhar türbini 100 °C'de terk eder. Türbin maksimum verimini hesaplayın ve tablo 4.2'deki tipik değerle karşılaştırın.

Çözüm

yukarıdaki ifadeden ve not ederek $700\text{ °C} = 973\text{ K}$ and $100\text{ °C} = 373\text{ K}$,

$$E_{\max} = \frac{973\text{ K} - 373\text{ K}}{973\text{ K}} = 1 - \frac{373}{973} = 0.62 \text{ (62\%)}$$

Bir otomobil motoru 2200 °C (benzinin yanma sıcaklığı) ile 20 °C (ortam sıcaklığı) arasında çalışabilir Olsaydı. Maksimum verimliliği ne olurdu? Tipik bir araba motoru için bu değeri Tablo 4-2'de gösterilenle karşılaştırın.

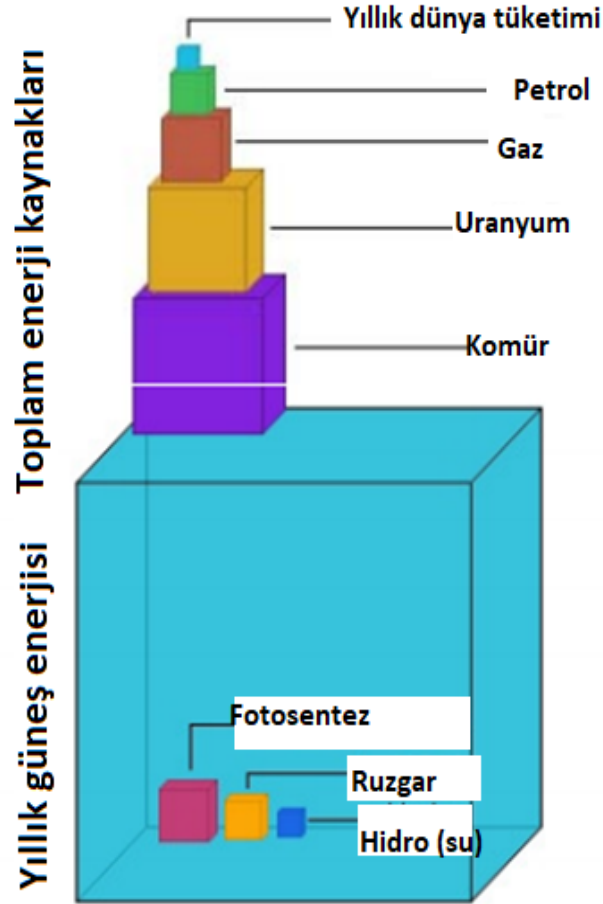
Çözüm

$$E_{\max} = \frac{2473 \text{ K} - 293 \text{ K}}{2473 \text{ K}} = 1 - \frac{293}{2473} = 0.88 \text{ (88\%)}$$

Cihaz enerji akışları için ölçek

- cell phone 2 W
- laptop computer 10 W
- human body (2000 Calorie diet) 100 W
- 1 horsepower 750 W
- hair dryer 1,500 W
- automobile 130,000 W
- 1 wind turbine 2,000,000 W (2 MW)
- 757 jet uçak 5,000,000 W (5 MW)
- **Buyuk ener. sant** 1,000,000,000 W (1 GW)
- **Kuresel enerji kul.** 15,000,000,000,000 W (15 TW)
- **Kuresel enerji depolama** 816,000,000,000,000 W (816 TW)
- **küresel yenilenebilir enerji akış** 9E16 W (90,000 TW)

Enerji kaynaklarının genel sıralaması



Önemli ölçekler

Enerji kaynakları

- Spesifik enerji (MJ/kg)
- Enerji yoğunluğu (MJ/L)
- Evre
- Kirlilik
- Fiyat

Dönüşüm metodları

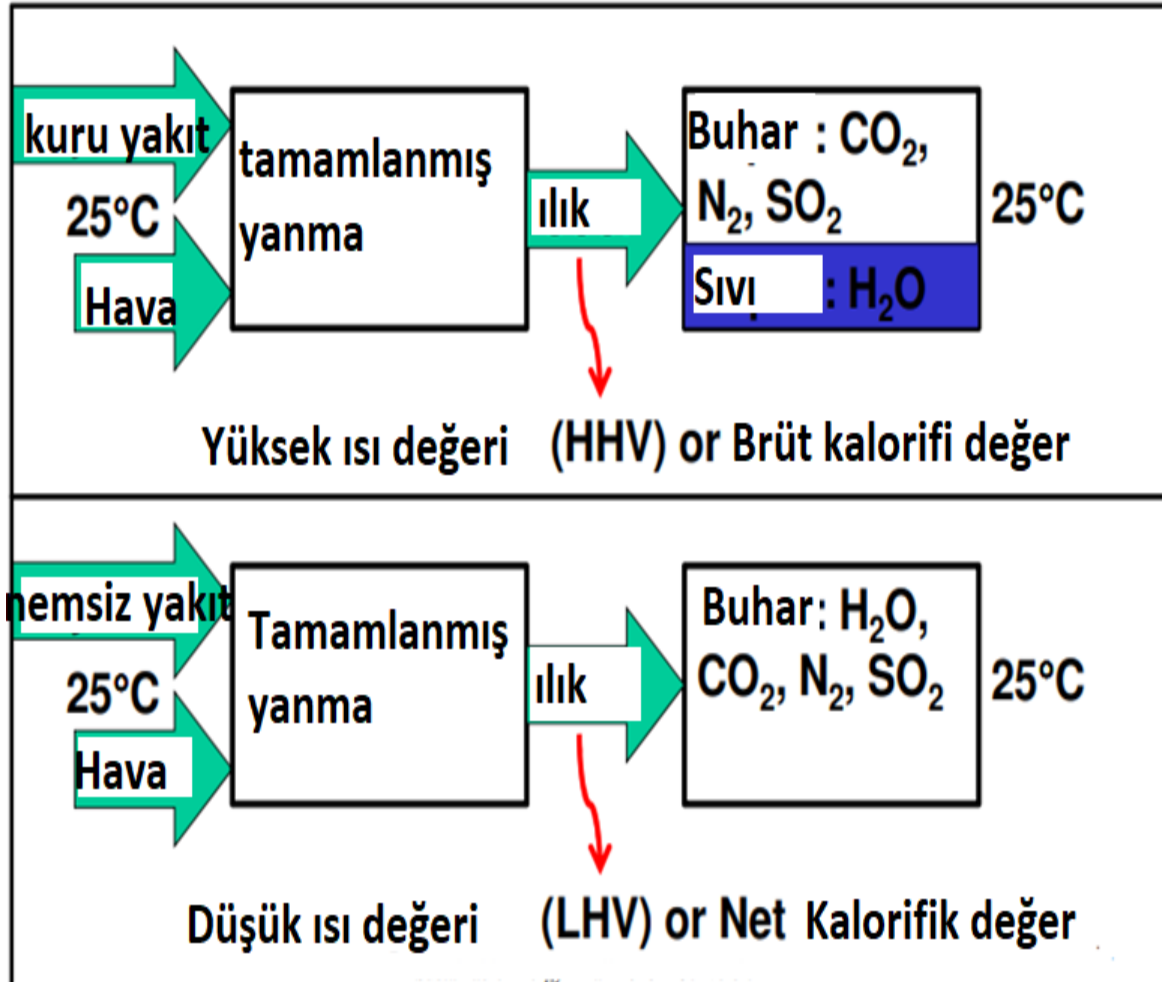
- Dönüşüm verimliliği
- Enerji ürünleri türü
- CO₂ Artımı
- Su kullanımı
- Arazi kullanımı
- Fiyat

Yakıt enerji değerleri

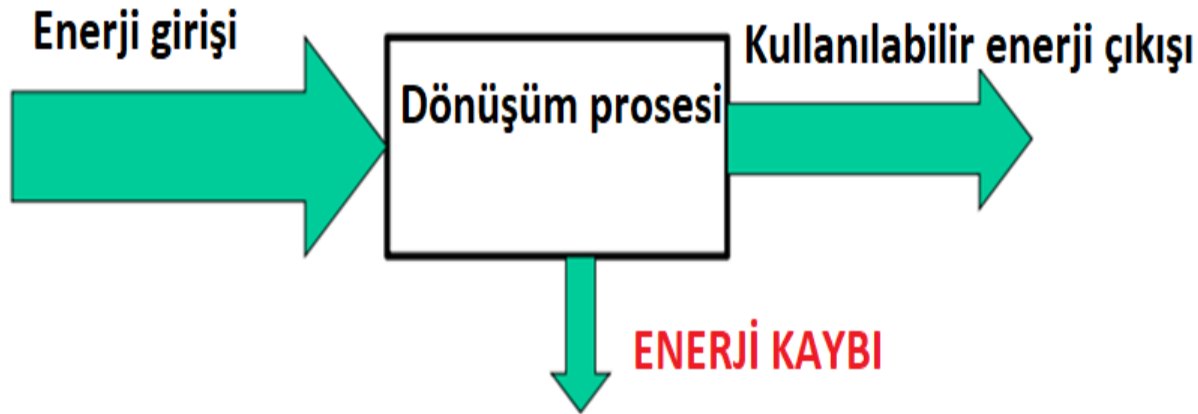
Yakıt	En yüksek ısıtma değeri (MJ/kg)
Hydrogen	141.8
Methane	55.5
Benzin	47.3
Diesel	44.8
Bitümlü kömür	31.0
Linyit	25.1
Kök nar ağacı	20.4
Mısır sobası	17.8
Küspe	17.3
Buğday samanı	17.0
Hayvan atığı	13.4
Kanalizasyon pisliği	4.7

Yakıtların enerji içeriği

Yanma ile üretilen ısı ile karakterize edilen yakıtın enerji içeriği

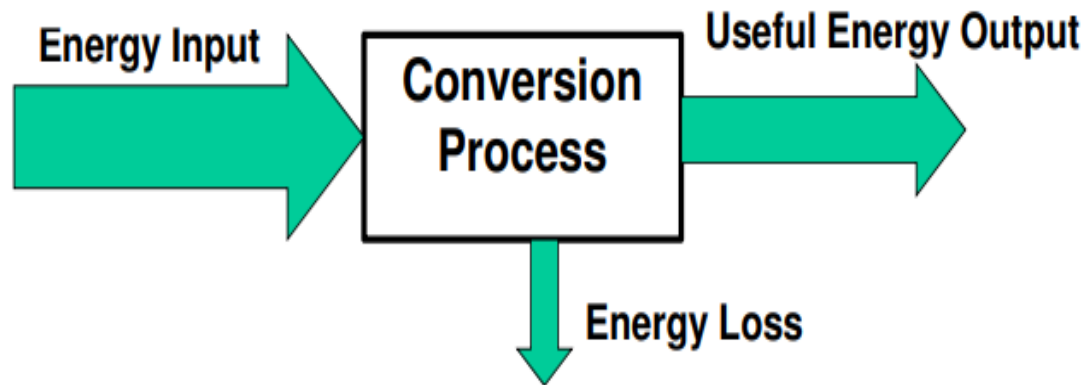


Dönüşüm etkinliği



- **Üretilen enerji** (mekanik yada elektrik):
 $\eta = \text{elde edilen iş} / \text{Enerji girişi}$
- **Enerji taşıyıcılar** (diesel, hydrogen):
 $\eta = \text{enerji sahip ürün} / \text{Enerji girişi}$

Key Metric: Conversion Efficiency



- When producing work (mechanical or electricity):
$$\eta = \text{Work Output} / \text{Energy Input}$$
- When producing energy carriers (diesel, hydrogen):
$$\eta = \text{Energy Content of Product} / \text{Energy Input}$$

Conversion Efficiencies

Conversion	Type	Efficiencies
Natural Gas Furnace	Chemical → Heat	90-96%
Internal combustion engine	Chemical → Mechanical	15-25%
Power Plant Boilers	Chemical → Heat	90-98%
Steam Turbines	Heat → Mechanical	40-45%
Electricity Generator	Mechanical → Electricity	98-99%
Gas Turbines	Chemical → Mechanical	35-40%
Hydro	Grav. Potential → Mechanical	60-90%
Geothermal	Thermal → Mech → Electricity	6-13%
Wind	Kinetic → Mech → Electricity	30-60%
Photovoltaic Cells	Radiation → Electricity	10-15%
Ocean Thermal	Thermal → Mech → Electricity	1-3%

Source: Sustainable Energy

genel verimlilik, yukarı akış adımını içerir

& Enerji dönüşüm sisteminin aşağı akışı

Ekstraksiyondan kullanıma kadar bağlantılı veya bağlantılı bir enerji verimliliği:

$$\text{Toplam verimlilik} = \eta_{\text{overall}} = \prod_{i=1} \eta_i$$

$$\eta_{\text{overall}} = \eta_{\text{gas extraction}} \eta_{\text{gas processing}} \eta_{\text{gas transmission}} \eta_{\text{power plant}} \eta_{\text{electricity transmission}} \eta_{\text{distribution}} \eta_{\text{motor}}$$

verimlilik şunları içerir

- Fuel production
- Fuel Transport
- **bulaşma**
- Energy Storage

basıncı hava enerji depolama (CAES):

$$\eta_{\text{overall}} \equiv \frac{\text{Work output}}{\text{Work input}} = \frac{W_{\text{turbine}}}{W_{\text{compressor}}} = \eta_{\text{turbine}} \eta_{\text{compressor}}$$

Enerji dönüşümü

- ☐ Termodinamik yasaları olup olmicacağını belirler
- ☐ Isı ve iş aynı değildir.
 - ☐ İkisinde enerji fakat.....
 - ☐ ... Tüm ısı işe dönüşmez
- ☐ Her dönüşüm adımı verimliliği azaltır
- ☐ Max .iş eldesi geri dönüşen ideal durumlarda gerçekleşir
- ☐ Bütün gerçek sistemler geridönümsüzdür
- ☐ kayıplar her zaman enerji dönüşümünün verimliliğini düşürmek ve iş (güç) üretme potansiyelini azaltmak için meydana gelir.

diğer bir deyişle, gerçek kelimedede bile kazanamazsınız, hatta kıramazsınız.

Enerji dönüşümünde proses süreçleri

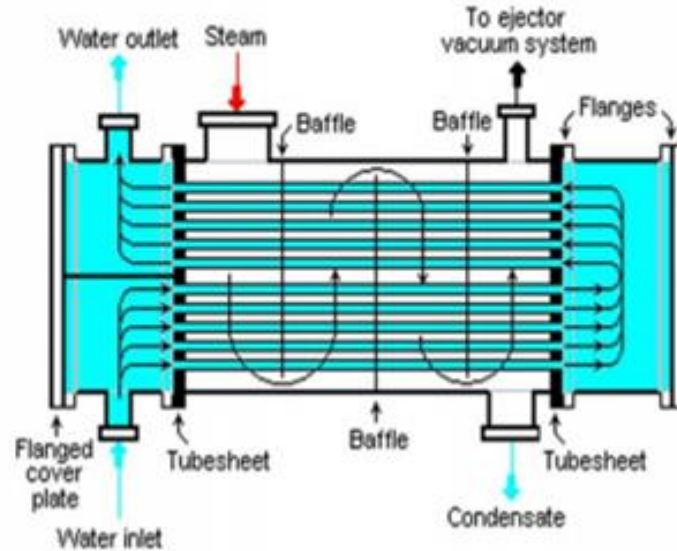
- **ISI AKTARIMI**
- **KÜTLE AKTARIMI**
- **KİMYASAL
REAKSİYONLAR**

Isı malzemesinin akıları benzer diğer gradyan farkı akımlar

- Fourier'in ısı iletimi yasası $q = -k \frac{dT}{dx}$
- Fick'in difüzyon yasası $j = -D \frac{dC}{dx}$
- Akışkanlar mekaniği boru içi $= -\frac{2\rho D^2}{\mu f Re} \frac{dP}{dx}$
akış
- Ohm akım akış yasası $\frac{I}{A} = -\sigma \frac{dV}{dx}$

ısı değiştirici

- ısı transfer olabilmesi için bir sıcaklık farkı (delta T) gereklidir.
 - $Q = U A \Delta T$
- sıcaklık farkı 0 olursa geri dönüşü yoktur
- sıcaklık farkı minimum yaklaşırsı alan ve maliyet sonsuza gider



Isı deđiřtiriciler

Enerji d6n6ř6m6nde kullanılan ısı eşanj6r6

- Isı geri kazanımlı buhar jenerat6rleri**
- Hava sođutmalı kondenserler**
- Kabuk ve borulu eřanj6rler**
- Sođutma kulesi**

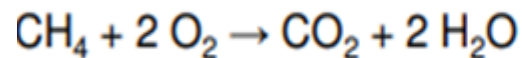
İnsanlığın ana enerji kaynağı; kimyasal reaksiyonlar

- Tüm fosil yakıtlar ve **biyoyakıtlar, -13 TW oranında kimyasal reaksiyonlar yoluyla faydalı enerjiye dönüştürülür**
- **Dönüşüm reaksiyonları ile açığa çıkan enerji,** mekanik enerjiye veya elektriğe dönüştürülebilir.
- Bazı reaksiyonlar, birincil enerji kaynaklarını kimyasal olarak depolanmış enerjinin daha kullanışlı biçimlerine dönüştürmek için kullanılır.

Katı fosil yakıtlar ----	sıvı yakıt
Doğal gaz -----	hidrojen
Biyo kütle- -----	sıvı yakıt

kimyasal reaksiyonlar

Kimyasal reaksiyonlar ısıyı ya talep eder ya da serbest bırakır



$$\Delta H_{\text{rxn}} = -890 \text{ kJ/mol}$$

Ekzotermik tepkime: Enerji veren tepkime.

$$\Delta H_{\text{rxn}} < 0.$$

Endotermik tepkime: Enerji alan tepkime.

$$\Delta H_{\text{rxn}} > 0.$$

Olağandışı durumlar dışında (örneğin yakıt pilleri, kemilüminesans) esasen tüm ΔH açığa çıkar veya ısı olarak aktarılır

enerji dönüşüm reaksiyonlara örnekler

yakıt yanma

- $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ – natural gas
- $\text{C}_8\text{H}_{12} + 11 \text{O}_2 = 8 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ – gasoline
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 = 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ – cellulosic biomass

hidrojen üretimi

- $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2$ – steam reforming of methane
- $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ – water gas shift reaction

hidrojen yakıt pilleri

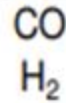
- $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{electricity} + \text{heat}$

SENTETİK GAZ ELDESİ

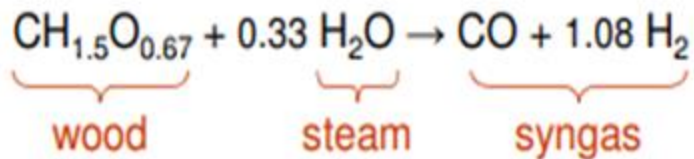
Fosil yakıt
, bio kütle
buhar , oksijen



sentez gazı



Electricity,
CH₄, H₂,
Gasoline/diesel,
methanol



$$\Delta H_r = +101 \text{ kJ/mol}$$

700-900 °C, 1 atm

kısmi oksidasyon sağlandığında
endotermik reaksiyon
da ısı istenir

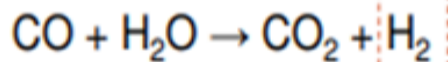


Image by [Gerfriede](#) on Wikimedia Commons.

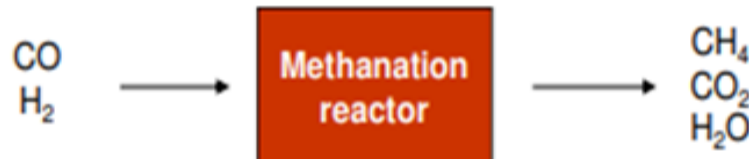
su ve gas karışımı methanol reaksiyonları



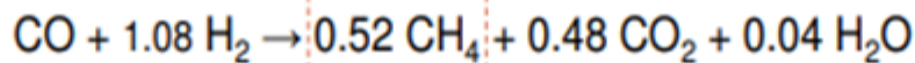
Water gas shift



$\Delta H_r = -41 \text{ kJ/mol}$
400-500 °C, 1 atm
Iron oxide catalyst



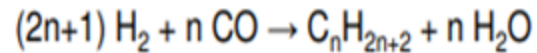
Methanation



$\Delta H_r = -127 \text{ kJ/mol}$
400 °C, 10-20 atm
Ni catalyst

FİSCHER TROPSCH REAKSİYONU İLE SENTETİK GAZDAN SIVI YAKIT

- **ideal F.T reaksiyon**



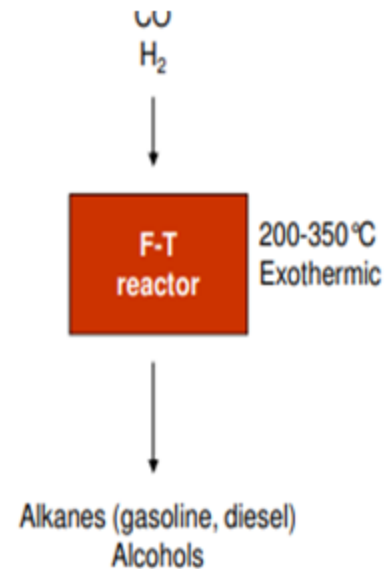
bircok benzer

- **reaksiyonlar**

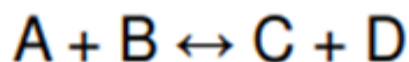
- alcohols, alkenes, etc.

- **uygulamalar**

- Coal-to-liquids
- Gas-to-liquids
- Biomass-to-liquids



KİMYASAL REAKSİYONLARI HIZI



- kimyasal reaksiyon hızları reaksiyona girenlerin kons. fonsiyonuna bağlıdır.

ileri oran

$$r_f = k_f [A]^{n_A} [B]^{n_B}$$

geri oran

$$r_b = k_b [C]^{n_C} [D]^{n_D}$$

Aynı anda çalışan ileri ve

- Geri reaksiyonlar; herbir yön için serbest enerji farkına ihtiyaç var

Genel oran

$$r = k_f [A]^{n_A} [B]^{n_B} - k_b [C]^{n_C} [D]$$

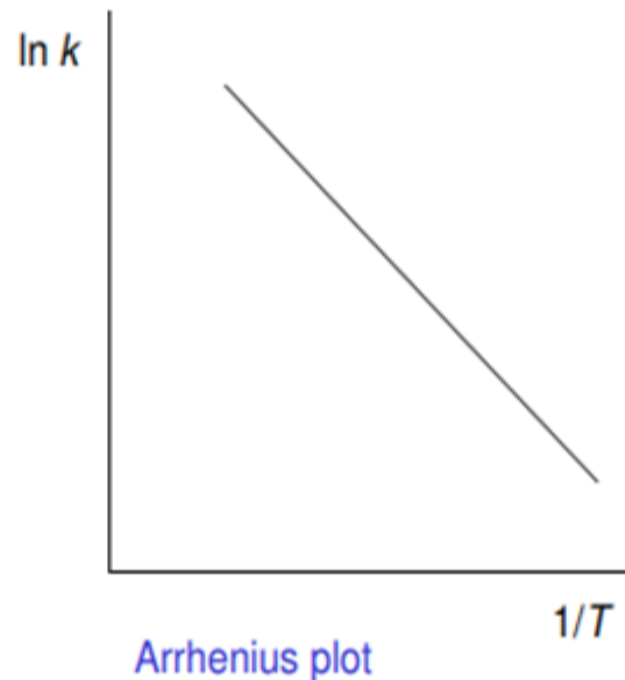
oran tanımı

$$r \equiv -\frac{d[A]}{dt} = -\frac{d[B]}{dt} = \frac{d[C]}{dt} = \frac{d[D]}{dt}$$

SICAKLIĞIN FONKSİYONU REAKSİYON HIZI

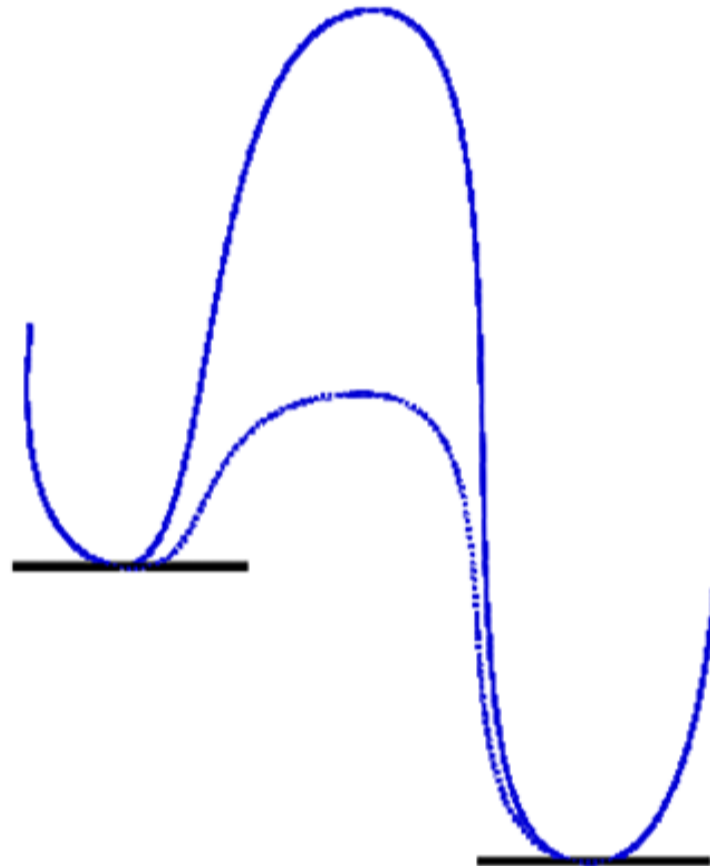
- sıcaklığın artmasıyla reaksiyon hızı artımı yüksektir.
- log denkleminde E_a hesaplanır

$$r \propto k = A \exp\left\{\frac{-E_A}{RT}\right\}$$

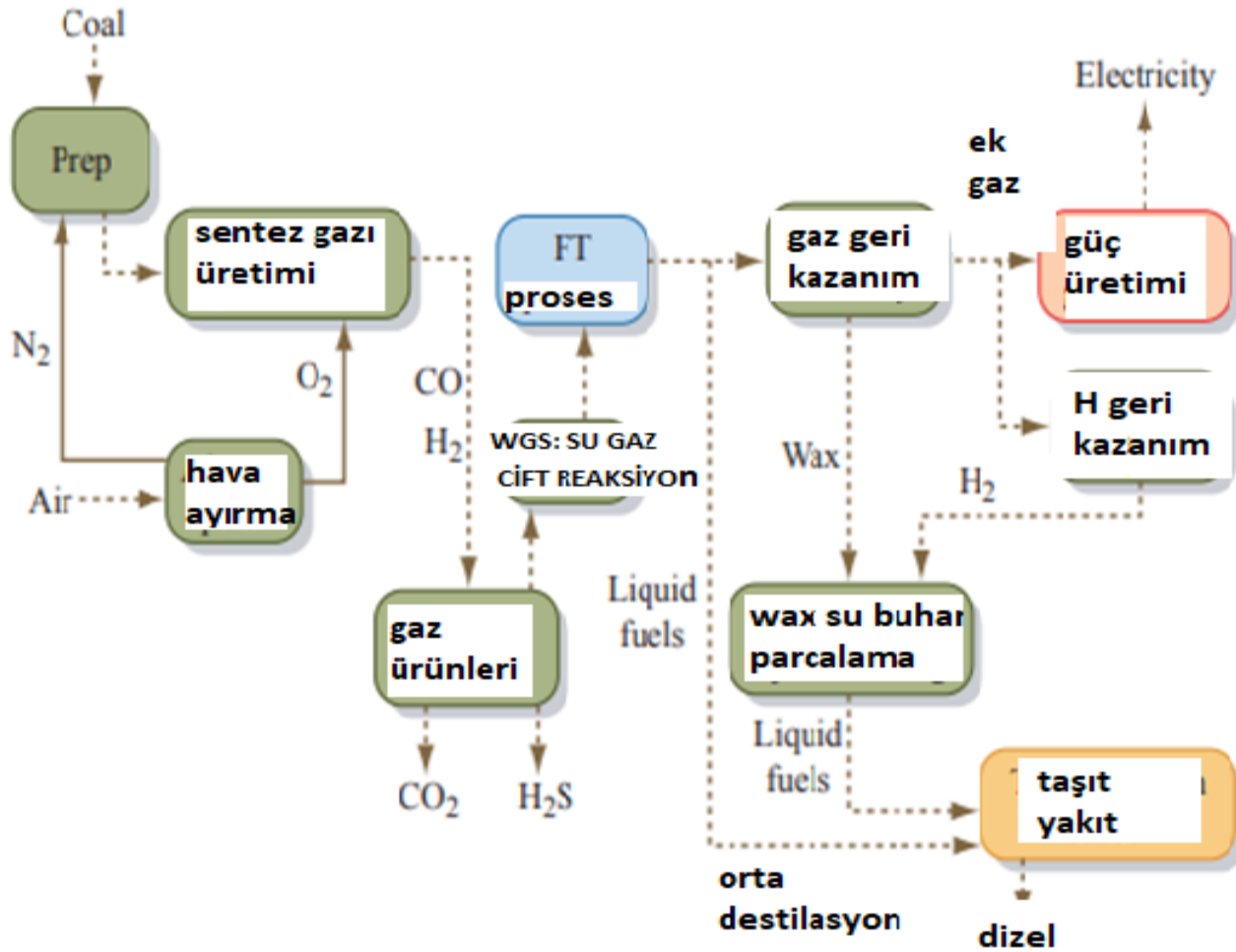


Katalizörler

- katalizörler kimyasal reaksiyonunu hızlandırır
- katalizörler bir karışımdaki bir reaksiyon hızını ve seçiciliğini arttıırırlar
- katalizörler dengeyi değıştirmezler
- katalizörler kimyasal reaksiyon ısını değıştirmezler ΔH_{rxn} .



kömürün sıvıya dönüşümü



Coal-to-Liquids Conversion

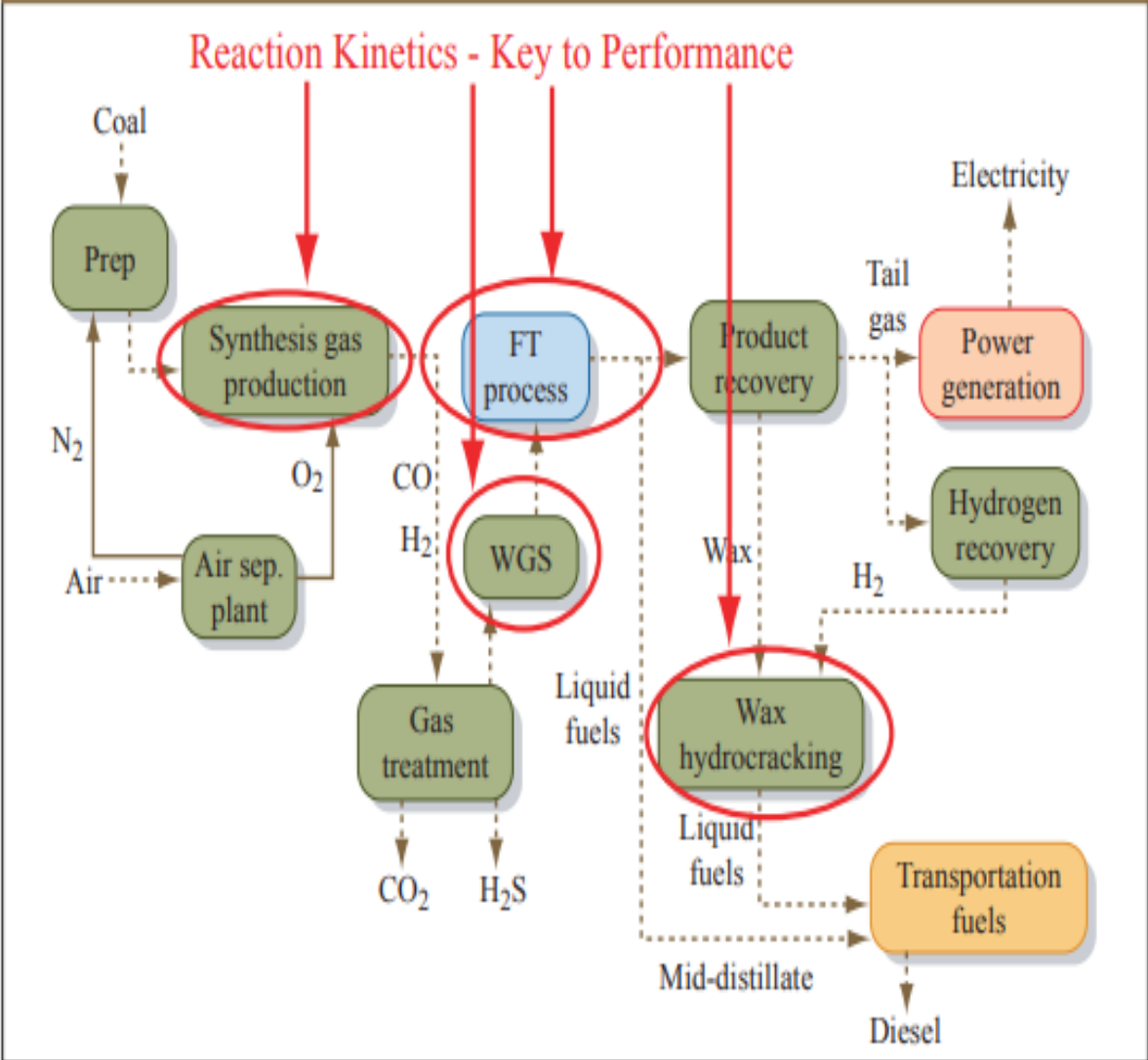


Image by MIT OpenCourseWare. Source: PNNL.

Coal-to-Liquids Conversion

Mass Transfer: Key to Reactions & Separations

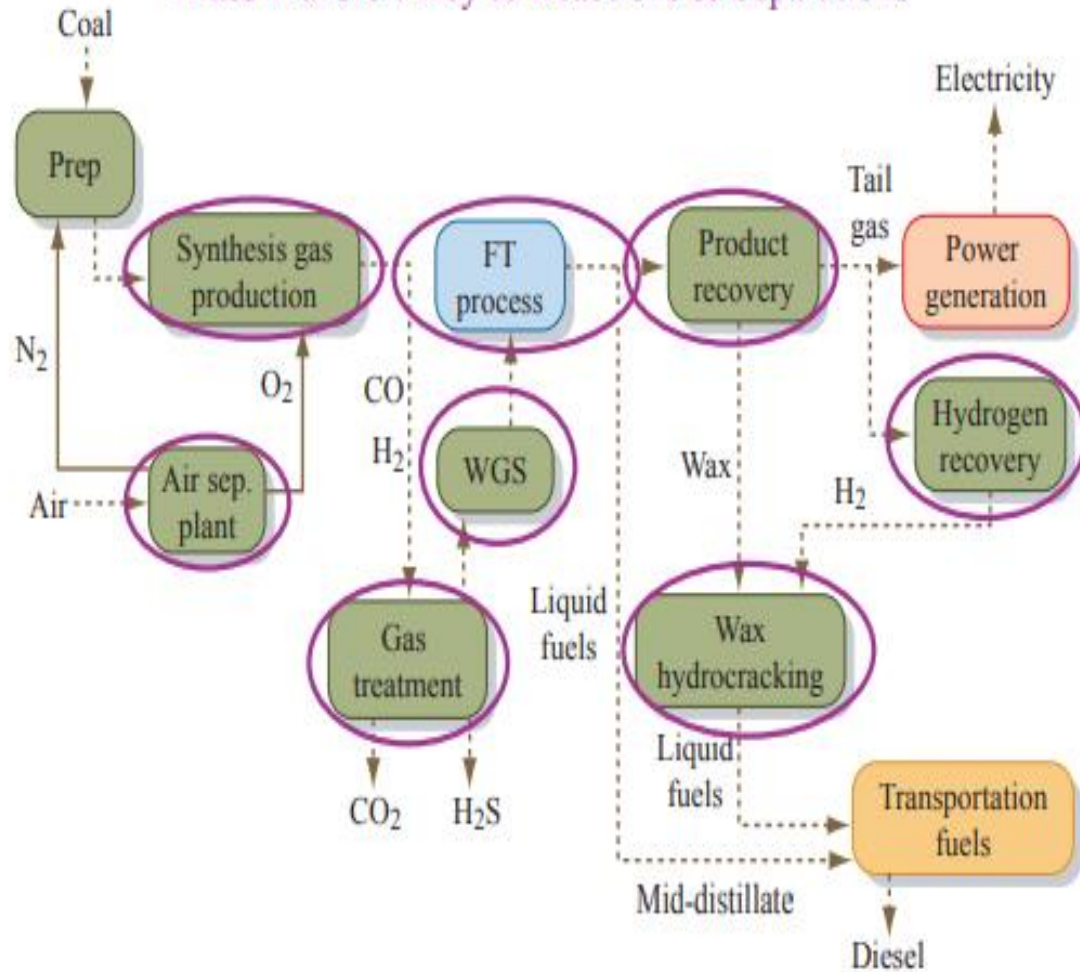


Image by MIT OpenCourseWare. Source: PNNL.

Coal-to-Liquids Conversion

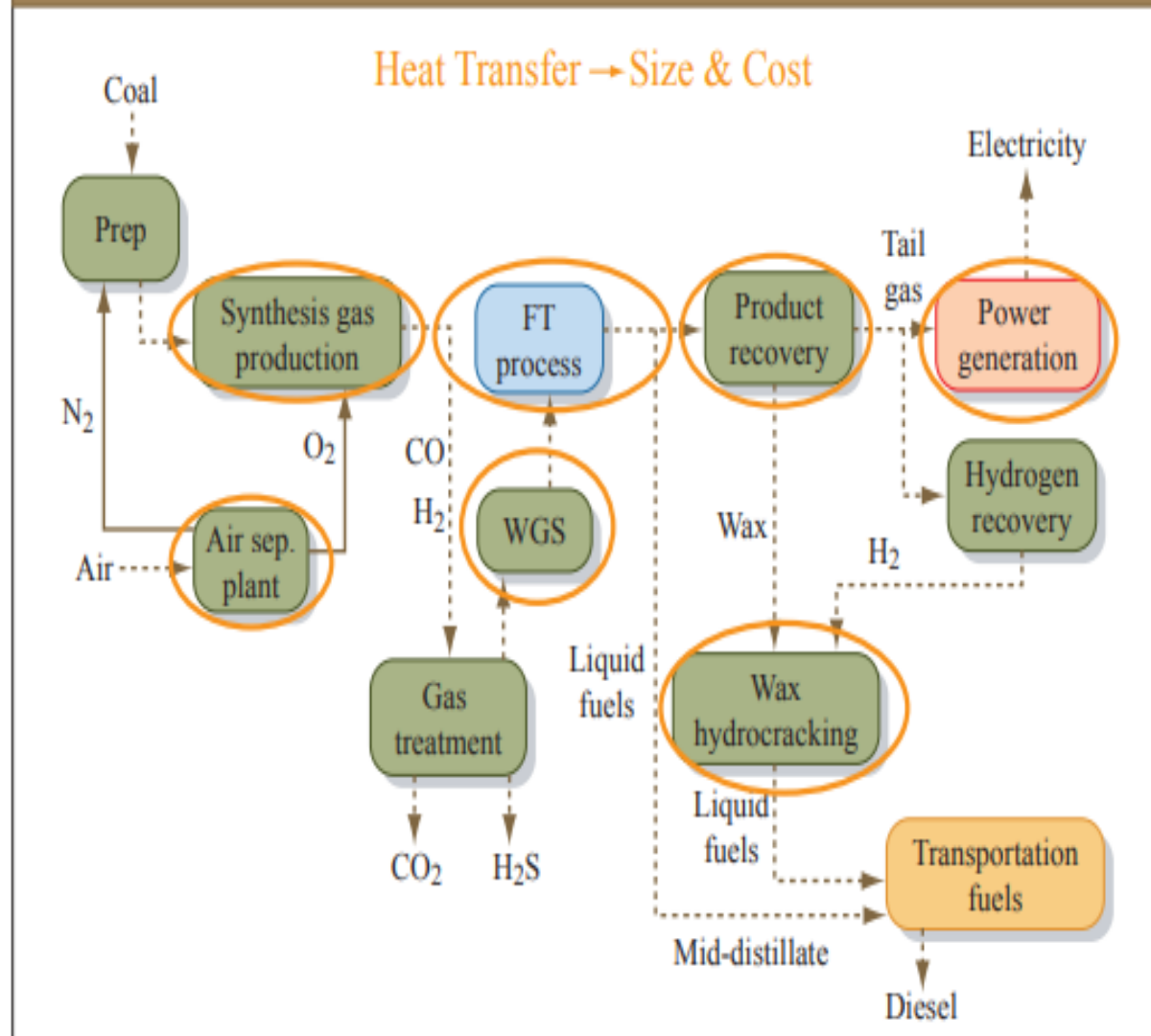


Image by MIT OpenCourseWare. Source: PNNL.

Coal-to-Liquids Conversion

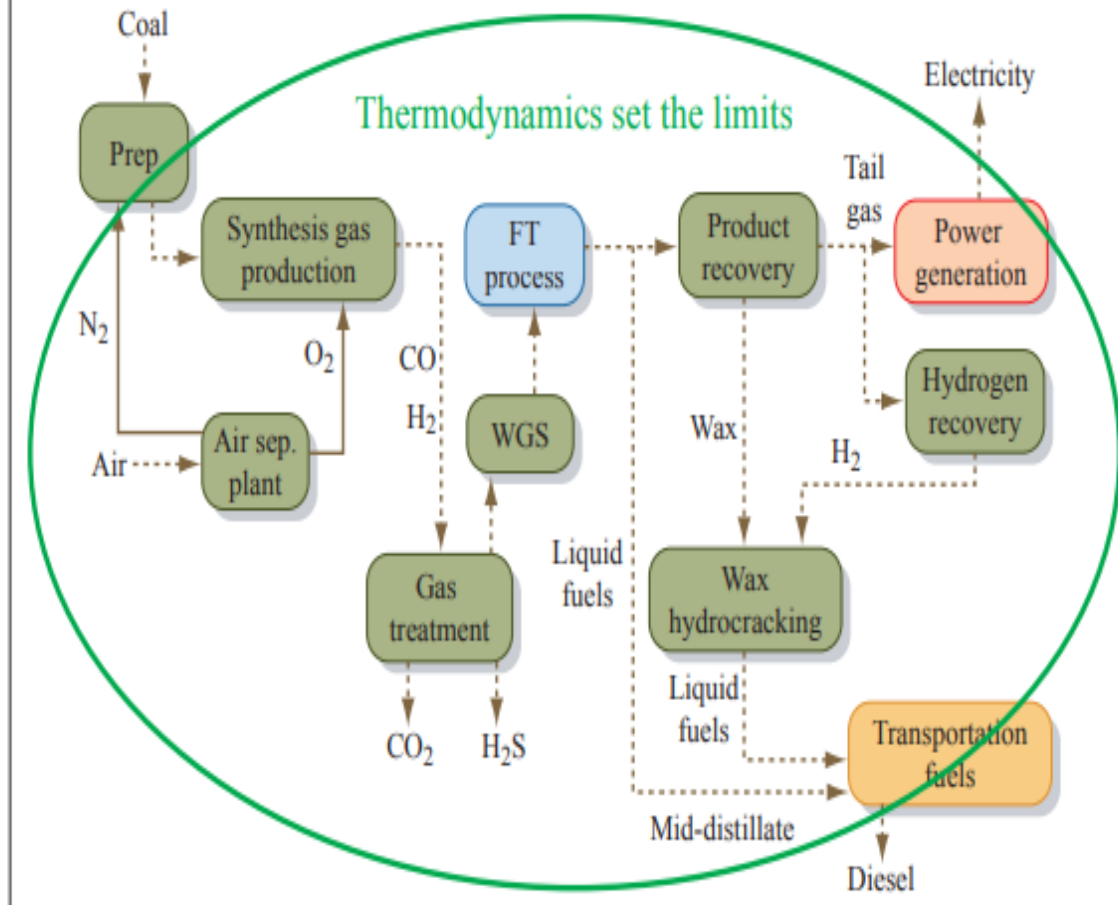


Image by MIT OpenCourseWare. Source: PNNL.

Common Conversion Efficiency Challenges, Part 1

- Thermo Limit on Conversion of heat to work:
 - $\text{Work} < \text{Heat} (1 - T_{\text{low}}/T_{\text{high}})$
 - Material (boiler, turbine) & emission (NO_x) limits T_{high}
 - Cooling tower (rate of evaporation, LHV) limit on T_{low}
- Difficult to precisely control chemical reactions
 - Common energy conversion strategy: just mix a fuel with air, and let the reaction run to completion.
 - Then extract work from the hot exhaust gases.
 - Usually the conversion of chemical energy to heat is irreversible: large increase in entropy.

Common Conversion Efficiency Challenges, Part 2

- Energy Resources Far From Users
 - Real security, global economy issues
 - Takes energy and money to move the resource or electricity to the users
- Convenience, Reliability, Emissions Matter
 - Solid Fuels Difficult to handle (so we don't use coal for ships any more)
 - Coal only 1/10 the price of oil
- Energy Density and Specific Energy Matters
 - Lots of land needed to collect diffuse resources like solar, wind, biomass, hydro
 - Transport costs and transport energy significant for low-energy-density fuels (e.g. natural gas, hydrogen)
- Power Density Matters
 - Energy conversion equipment is expensive, want to do a lot of conversion with small equipment: Large Fluxes required, so Large Free Energy Gradients
 - For transportation, need to carry the energy conversion equipment with you!

Remember, each conversion reduces efficiency and costs money.

Illustration An electric motor consumes 100 watts (W) of electricity to obtain 90 watts of mechanical power. Determine its efficiency (E).

Solution.

Because power is the rate of energy utilization, efficiency can also be expressed as a power ratio. The time units cancel out, and we have

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Useful energy output}}{\text{Energy input}} = \frac{\text{Useful power output}}{\text{Power input}}$$

Therefore, the efficiency of this electric motor is:

$$\begin{aligned} E &= \frac{\text{Mechanical energy (power) output}}{\text{Electric energy (power) input}} = \\ &= \frac{90 \text{ W}}{100 \text{ W}} = \frac{90 \frac{\text{J}}{\text{s}}}{100 \frac{\text{J}}{\text{s}}} = \frac{90 \text{ J}}{100 \text{ J}} = 0.9 = 90\% \end{aligned}$$

Illustration Calculate the efficiency of a power plant if the efficiencies of the boiler, turbine and generator are 88, 40 and 98%, respectively.

Solution.

$$\begin{aligned} E_{\text{power plant}} &= [E_{\text{boiler}}] [E_{\text{turbine}}] [E_{\text{generator}}] = \\ &= (0.88) (0.40) (0.98) = 0.35 \text{ (35\%)} \end{aligned}$$

Note that the efficiency of the system is lower than any one of the efficiencies of the individual components of the system. In the case of this electric power plant, only 35% of the chemical energy input is converted to electricity. The rest is lost to the environment, mostly as heat (to keep nature happy, by satisfying the Second Law of Thermodynamics).