



**Cevher Hazırlama
Mühendisliği
Bölümü**

KÖMÜR TEKNOLOJİSİ

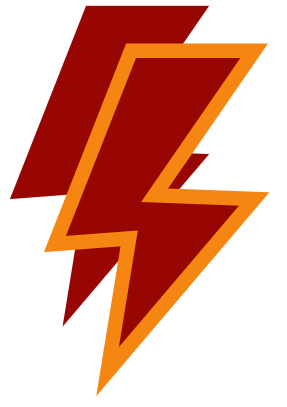
**DR.ÖĞR.ÜYESİ
MUSTAFA ÖZER**



MART-2021

DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİĞİNE
GÖRE:

ENERJİ

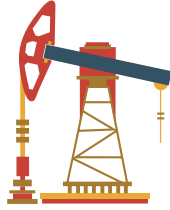


BİRİNCİL ENERJİ

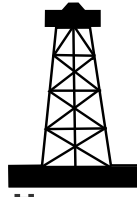
HERHANGİ BİR ENERJİ DÖNÜŞTÜRÜMÜNE UĞRAMADAN KULLANILAN ENERJİ TÜRÜDÜR. BU KAVRAM, YENİLENEBİLİR VE YENİLENEMEZ ENERJİ KAYNAKLARINDAN OLUŞUR.



KÖMÜR



PETROL



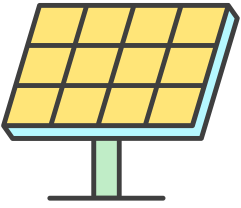
DAĞAL GAZ



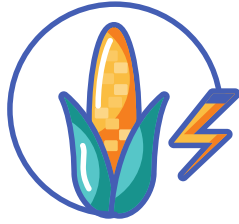
NÜKLEER



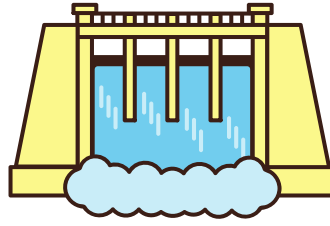
RÜZGAR



GÜNEŞ



BİO-KÜTLE



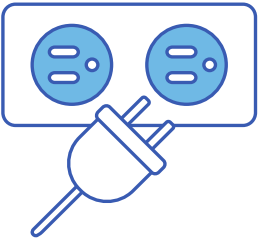
HİDROLİK



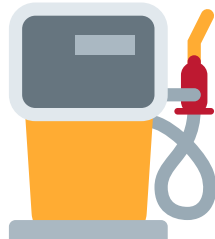
DALGA-GİTSEL

İKİNCİL ENERJİ

ENERJİ DÖNÜŞÜM YÖNTEMLERİYLE KULLANIMA ELVERİŞLİ BİÇİMLERE ÇEVİRİLMİŞ ENERJİDİR.



ELEKTRİK



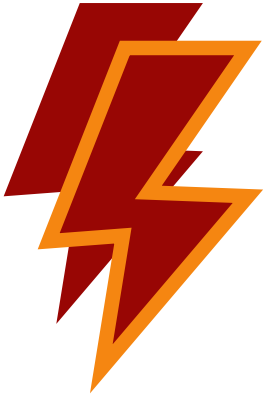
MAZOT



BENZİN-MOTORİN



SIVILAŞTIRILMIŞ
PETROL GAZI



ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI

Yeraltı kaynakları	Yerüstü kaynakları
Kömür Petrol Doğalgaz Uranyum ve Toryum Jeotermal Enerji	Ormanlardan sağlanan yakacak odun Biyokütle kaynakları Tezek Kültürel bitkilerin çeşitli atıkları
Organik kökenli	İnorganik Kökenli
Kömür Petrol Odun Biyokütle	Uranyum Toryum
Yenilenemez kaynaklar	Yenilenebilir Kaynaklar
Kömür Petrol Doğalgaz Nükleer Enerji	Rüzgar enerjisi Güneş enerjisi Hidrolik (Su gücü) enerjisi Biyokütle enerjisi Jeotermal enerji Deniz enerjisi Hidrojen enerjisi

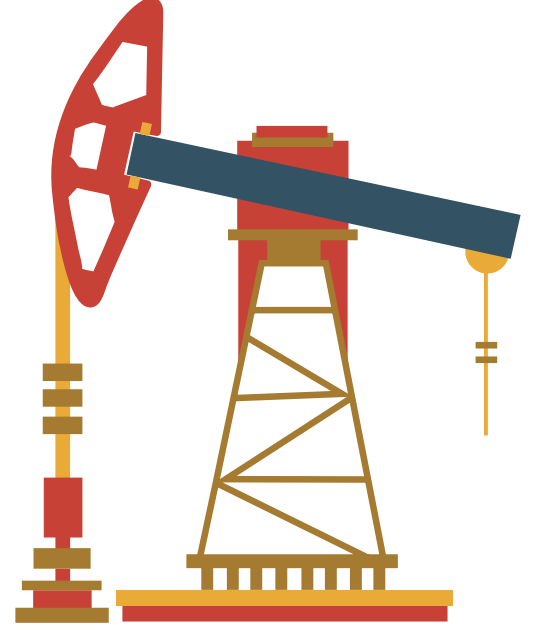
PETROL

•Petrol; hidrojen + karbon ve az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bulunan çok karmaşık bir bileşimdir.

•Normal şartlarda gaz, sıvı ve katı halde bulunabilir.

•Gaz halindeki petrol, imal edilmiş gazdan ayırt etmek için genelde doğal gaz olarak adlandırılır.

•Ham petrol ve doğal gazın ana bileşenleri hidrojen ve karbon olduğu için bunlar "Hidrokarbon" olarak da isimlendirilirler.



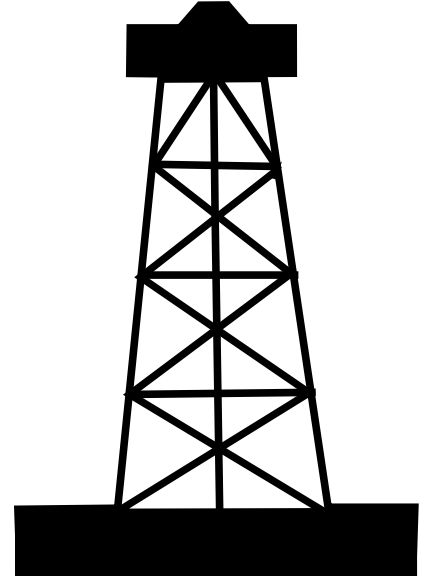
DOĞAL GAZ

•Yanıcı, havadan hafif, renksiz ve kokusuz bir gazdır.

•Başta metan (CH_4) ve etan (C_2H_6) olmak üzere çeşitli hidrokarbonlardan oluşur.

•Yer altında, genellikle petrol ile birlikte veya gaz rezervuarlarında bulunur.

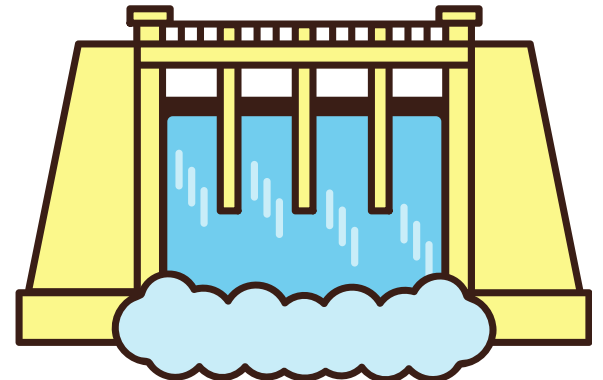
•Kaynağından çıkarıldığı haliyle herhangi bir işlemten geçirilmeksizin kullanılabilen doğal gaz, boru hatları ile veya sıvılaştırılarak tankerlerle taşınır.



HİDROLİK ENERJİ

• Hidroelektrik santraller; çevreye uyumlu, temiz, yenilenebilir, yüksek verimli, yakıt gideri olmayan, uzun ömürlü, işletme gideri çok düşük dışa bağımlı olmayan yerli bir kaynaktır.

• Ülkemiz teorik hidroelektrik potansiyeli dünya teorik potansiyelinin %1'i, ekonomik potansiyeli ise Avrupa ekonomik potansiyelinin %16'sıdır.



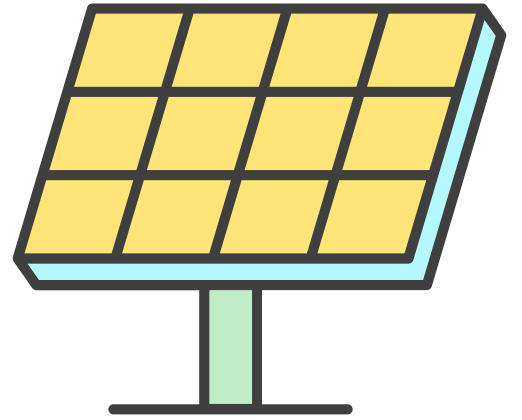
NÜKLEER ENERJİ

- Nükleer enerji, 1789 yılında Uranyum'un keşfi ile başlayan ve 1934 yılında atomun parçalanması ile devam eden süreçte politikacılar, bilim adamları ve sanayicilerin gündemine girmiştir. Diğer birçok teknolojik gelişmede olduğu gibi önce askeri savunma alanında başlayan çalışmalar daha sonra ticari olarak devam etmiştir.
- ABD ve Rusya başta olmak üzere birçok ülke nükleer enerjiden faydalanılması yönünde yoğun çalışmalar gerçekleştirmiş, bu çalışmaların neticesinde atomların parçalanması sonucu açığa çıkan ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürecek sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler, diğer bir deyişle nükleer santraller, nükleer enerjinin güvenli, kontrollü ve sürdürülebilir bir şekilde elde edilmesini sağlamaktadır.



GÜNEŞ ENERJİSİ

- Güneş enerjisi, kurulum ve kullanım kolaylığı olmasının yanı sıra çevreyi kirletmemesi ve zararlı atık oluşturmaması gibi özelliklere sahip bir yenilenebilir enerji kaynağıdır.
- Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahiptir.
- Güneş Hücreleri: Fotovoltaik (PV) güneş elektrliği sistemleri de denilen güneş hücreleri, yarı iletken malzemelerden yapılmış olup, güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine çevirirler.
- Isıl Güneş Teknolojileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi (CSP): Güneş enerjisinden ısı elde edilen bu sistemlerde, ısı doğrudan kullanılabileceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir.



RÜZGAR ENERJİSİ

- Rüzgâr, güneş kaynaklı radyasyonun yer yüzeyini farklı ısıtmasından kaynaklanır. Yer yüzeyinin farklı ısınması, havanın sıcaklığının, neminin ve basıncının farklı olmasına, bu farklı basınç da havanın hareketine neden olur. Dünyaya ulaşan güneş enerjisinin yaklaşık %2'si kadarı rüzgâr enerjisine dönüşür.
- Dezavantajları: ilk yatırım maliyetinin yüksek, kapasite faktörlerinin düşük oluşu ve değişken enerji üretimi
- Avantajları: •Yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır, çevre dostudur. •Tükenme ve zamanla fiyatının artma riski yoktur. •Maliyeti günümüz güç santralleriyle rekabet edebilecek düzeye gelmiştir. •Bakım ve işletme maliyetleri düşüktür. •Teknolojisinin tesisi ve işletilmesi göreceli olarak basittir. •İşletmeye alınması kısa bir sürede gerçekleşebilir.

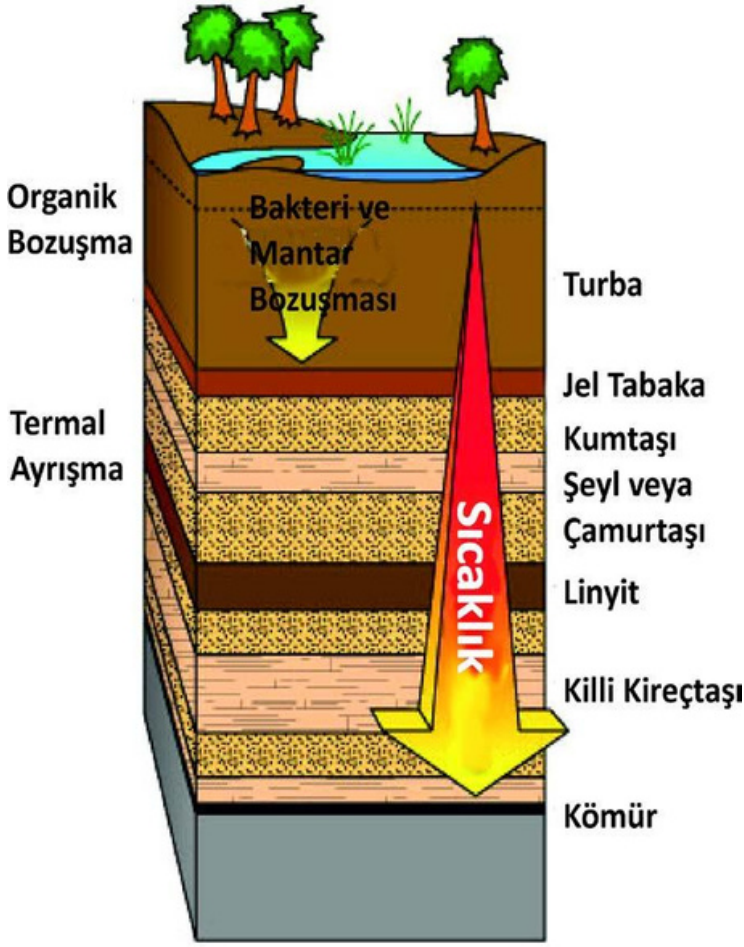


JEOTERMAL ENERJİ



- Bilindiği gibi jeotermal enerji, yenilenebilir, temiz, ucuz ve çevre dostu olan yerli bir yeraltı kaynağıdır.
- Ülkemiz jeolojik ve coğrafik konumu itibarı ile aktif bir tektonik kuşak üzerinde yer aldığı için jeotermal açıdan dünya ülkeleri arasında zengin bir konumdadır.
- Ülkemizin her tarafında yayılmış yaklaşık 1.000 adet doğal çıkış şeklinde değişik sıcaklıklarda jeotermal kaynaklar mevcuttur.
- Ülkemizin jeotermal potansiyeli oldukça yüksek olup potansiyel oluşturan alanlar; %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesi'nde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i diğer bölgelerde yer almaktadır.

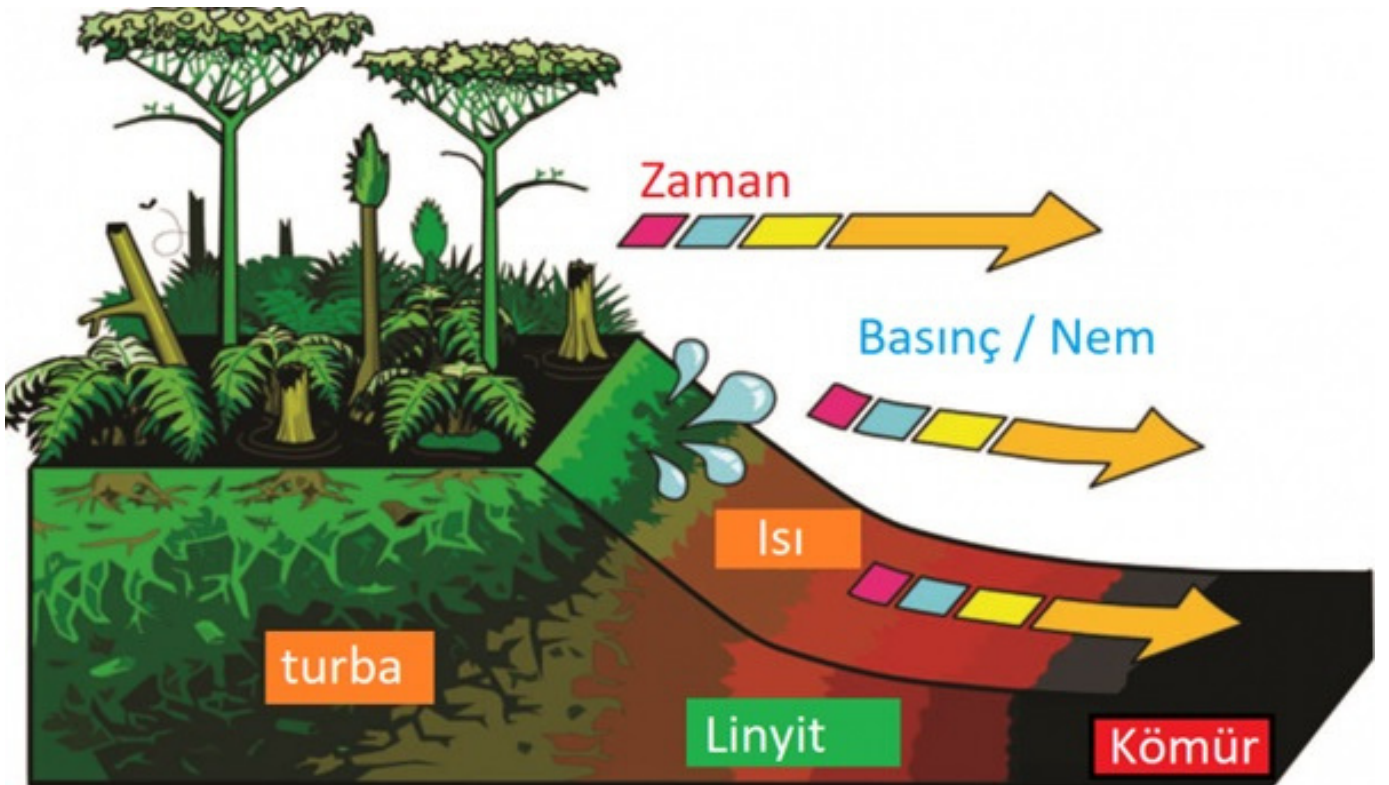
KÖMÜR OLUŞUMU



Kömür, bitkisel kökenli organik maddeler ve inorganik bileşenlerden oluşan tortul bir kayadır. Bataklıklarda bitki ve ağaç kalıntılarının üst üste yığılmasıyla çökmesi ve milyonlarca yıllık bir süreç içerisinde kimyasal ve fiziksel etkilerle değişime uğraması sonucu oluşur. Kömürün diğer bir tanımını; bitki kalıntıları ile inorganik minerallerin yüksek basınç ve sıcaklığa maruz kalarak sıkışması ve katılaşması neticesinde oluşan organik ve inorganik bileşenlerden meydana gelen tortul bir kayadır, şeklinde de yapabiliriz.

Kömür, kömürleşme süreci denilen fiziksel (basınç, çökme vb) ve kimyasal olaylar (ısı, bozulma ve dönüşüm vb) sonucu meydana gelmektedir. Kömürün oluşum süreci kısaca şu şekilde özetlenebilir: Bitki topluluklarının birikimi ve çökmesi şeklinde birinci faz, biyokimyasal ve jeokimyasal bozulmaların olduğu ikinci faz ve termokimyasal dönüşümlerle fiziksel, petrografik ve kimyasal özelliklerin oluştuğu üçüncü fazdır.

Kömürleşme sürecinde jeolojik zaman önemli parametrelerden biri olup, karbonifer, permian ve kraters-terciyer dönemleri kömürleşmenin olduğu dönemlerdir.



KÖMÜR TURLERİ



TURBA



LİNYİT



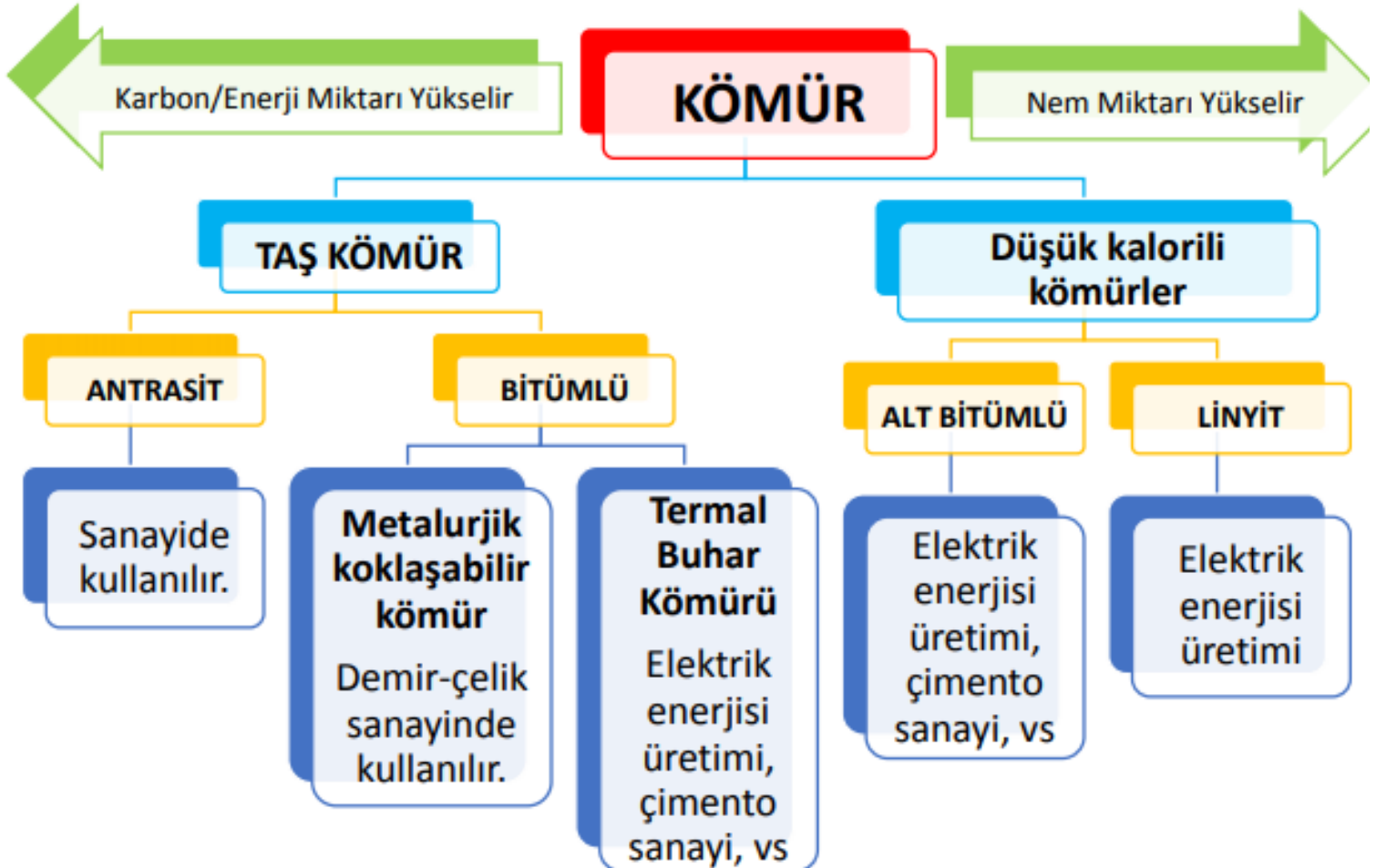
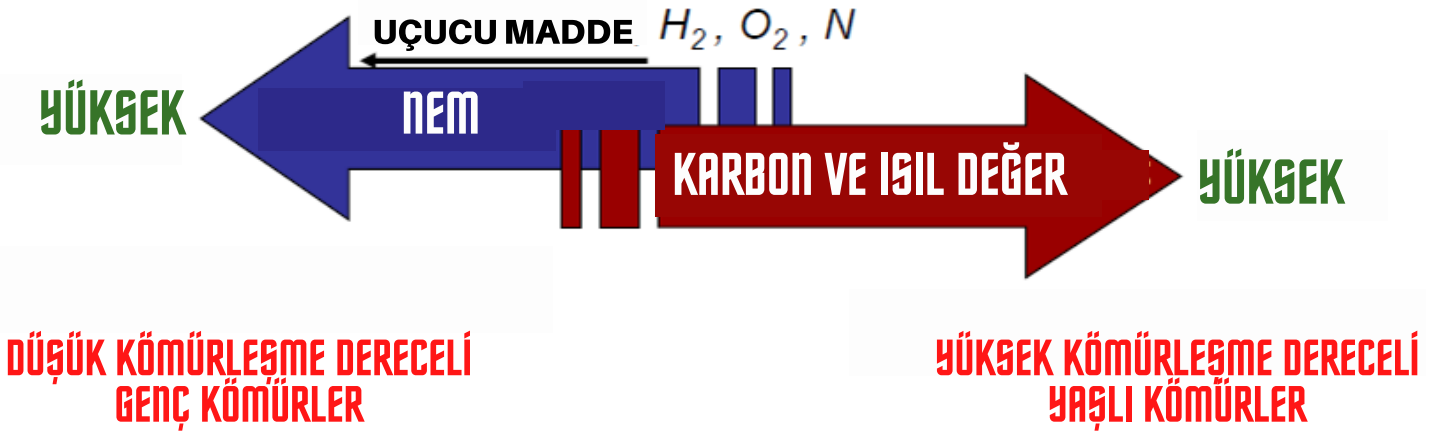
ALT
BİTÜMLÜ



BİTÜMLÜ



ANTRASİT



FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

KÖMÜR ÖZELLİKLERİ VE ANALİZLERİ

Yoğunluk: İçerdikleri inorganik madde ve nem oranına bakarak artmasına rağmen 1,1 ile 2,2 gr/cm³ arasında değişmektedir. Turbaların ise 1,0 gr/cm³ olarak kabul edilir.

Gözeneklilik: Kömürleşme derecesine göre değişmektedir. (% 3'ten % 25'e kadar)

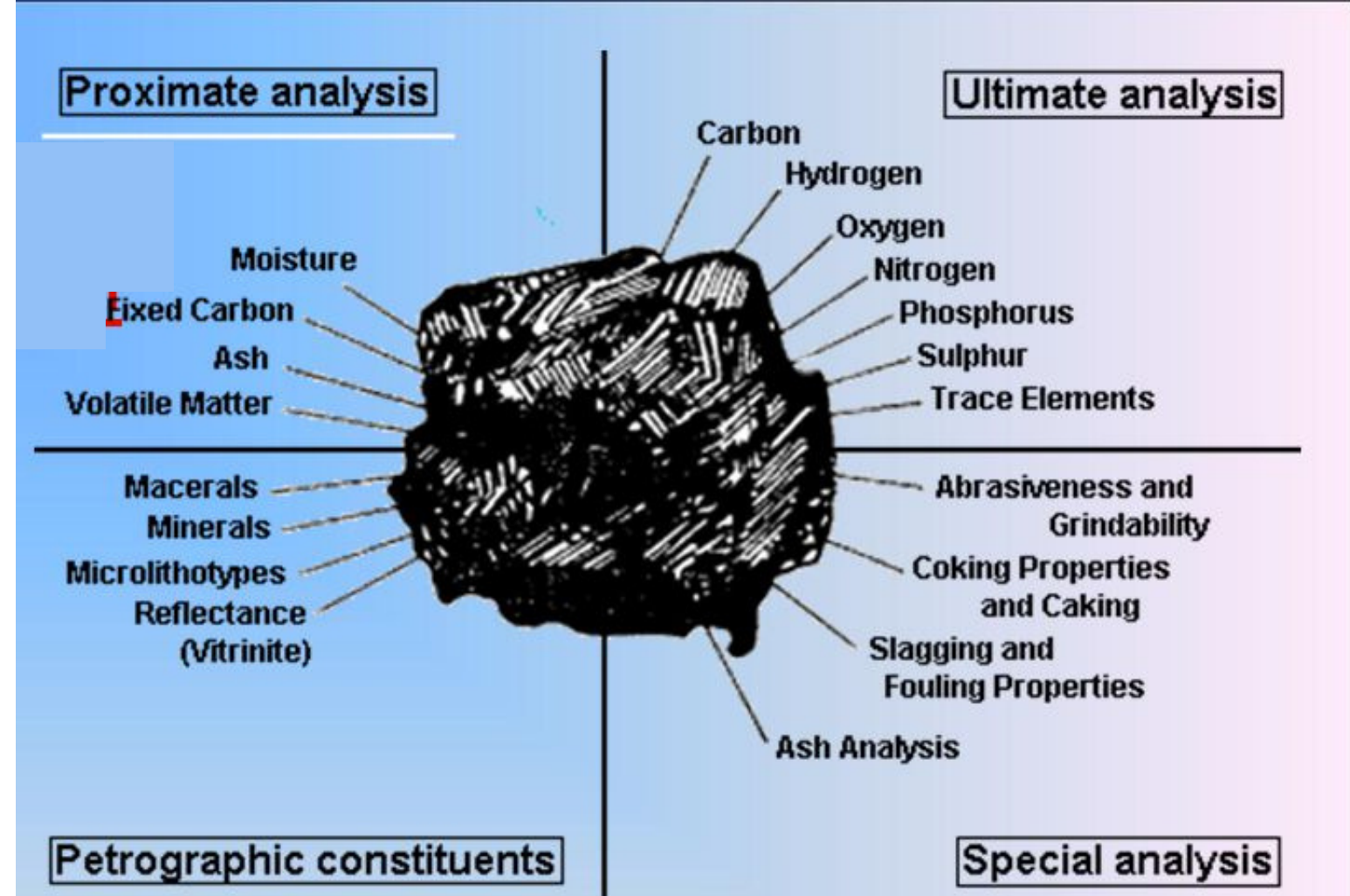
Gaz emme: Kömür oda sıcaklığında su buharı, etil alkol ve benzen buharlarını emebilir. Linyit kömürleri kimyasal yapı bakımından gaz ve buhar adsorpsiyonuna elverişli kömürlerdir. Ocaktan çıkan linyit kömürü hacminin 1,5 katı hava ve CO₂ adsorbe edebilmektedir.

Kömürlerin Yansımaya Özellikleri: Yansımaya değerleri, havza kömürlerinin gerçek kömürleşme derecelerini vermektedir.

Kömürlerin Flüoresans Özellikleri: Kömürlerin flüoresans özellikleri, yansımaya özellikleri ile zıt değerler ortaya koymaktadır. Yansımaya değerleri düşük olan turba ve kömürlerde flüoresans özellikler tam tersine yüksek değerlerdedir.

KİMYASAL VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Kömürün kimyasal yapısını belirleyen bileşenler kömürün kalitesini ortaya koymaktadır ve aşağıdaki şekilde verilen analizler ile tespit edilmektedir. Ayrıca burada kömürün petrografik özellikleri de verilmiştir.



KÖMÜR KİMYASAL ÖZELLİKLERİ



KOKLAŞMA

Kömürleşme derecesi yüksek olanlar (taşkömürleri) ısıtılma işlemi altında önce yumuşarlar. Daha sonra şişerek gazlarını çıkartırlar ve yeniden sertleşirler. Bu olaylar sonucunda oluşan oldukça gözenekli ve hafif maddeye "kok kömürü" adı verilmektedir.

NEM

Kömürler, bünye nemi, kaba nem ve molekül suyu olarak adlandırılan nem içeriklerine sahiptir. Kömürün ısıtılmadan önceki ağırlığı ile özel fırınlarda 105-1100C' ye kadar ısıtıldıktan sonraki ağırlığı arasındaki fark alınarak hesaplanmaktadır.

UÇUCU MADDE

Kömür oksijensiz ortamda ısıtıldığında kimyasal olarak değişikliğe uğrar ve karbondioksit ile su buharı gibi yanmayan gazları ve katran buharlarını da içeren uçucu madde çıkışı olur. Isıtmaya bağlı çıkan bu gaz ve sıvı maddelere, kömürün uçucu maddesi ve bunun toplam kömür ağırlığına olan oranına da, kömür uçucu madde oranı denilmektedir. Kömürün ısıtılmadan önceki ağırlığı ile 950±2500C'de (ABD, ASTM standardı) ısıtıldıktan sonraki ağırlığı arasındaki fark bulunarak hesaplanmaktadır.

KÜL

Kömür yandığı zaman içerdiği mineral maddeler temel bazı değişikliklere uğrarlar ve sonucunda da arta kalan inorganik atık kül oluşur. Kül %' si, kömürün kalitesini belirlemekte ve kül oranı arttıkça kalite düşmektedir.

SABİT KARBON İÇERİĞİ

Sabit karbon içeriği doğrudan analiz edilememektedir, nem, kül ve uçucu madde yüzde değerleri toplamının yüzden çıkarılması ile tespit edilmektedir.

ISIL DEĞER (KALORİFİK DEĞER)

Bir yakıtın ısı değeri; birim kütledeki yakıtın tamamen yanması sonucunda açığa çıkan ısı miktarıdır.

KARBON VE HİDROJEN İÇERİĞİ

Kömüre ait organik madde içinde; C ağırlık %' si olarak % 70 – 95, H ise % 2-6 oranındadır.

KÜKÜRT İÇERİĞİ

Kömürün kalitesini belirleyen bileşenlerdendir. Kömürün içerdiği kükürt türleri organik kükürt ve inorganik (sülfid ve sülfat) kükürttür.

AZOT VE OKSİJEN İÇERİĞİ

KÖMÜRÜN SINIFLANDIRILMASI

A. SERT KÖMÜRLER

1. KOKLAŞABİLİR KÖMÜRLER

(Yüksek fırınlarda kullanıma uygun
kok üretimine izin veren kalitede)

2. KOKLAŞMAYAN KÖMÜRLER

- a) Bitümlü Kömürler
- b) Antrasit

B. KAHVERENGİ KÖMÜRLER

1. ALT BİTÜMLÜ KÖMÜRLER

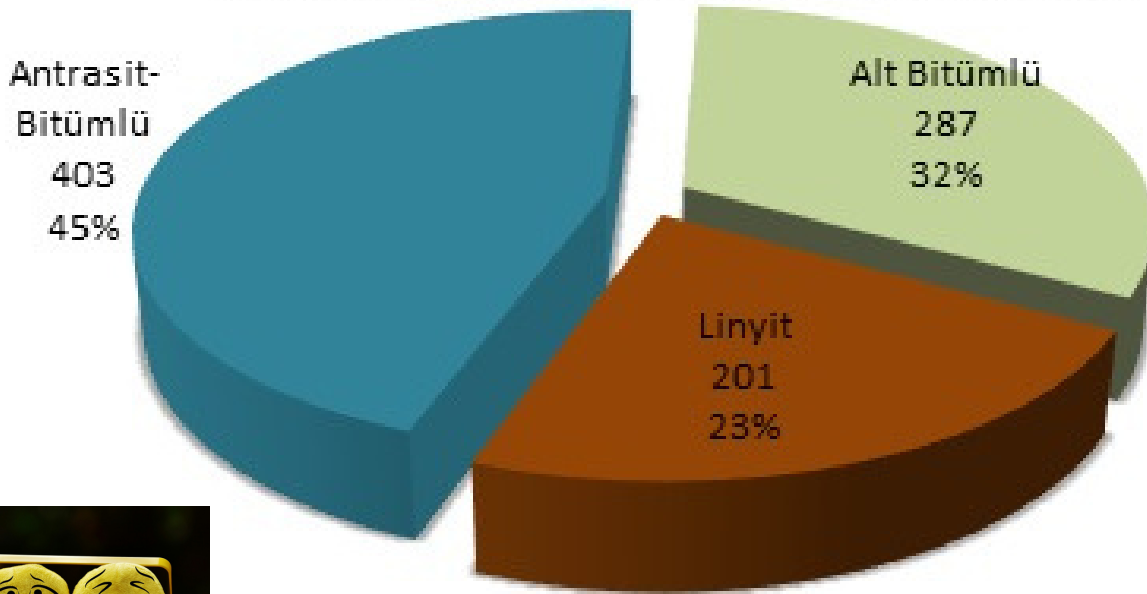
(4.165 – 5.700 KCal/Kg arasında kalorifik
değerde olup topaklaşma özelliği
göstermez)

2. LİNYİT

(4.165 Kcal/Kg'ın altında kalorifik değerde
olup topaklaşma özelliği göstermez)

DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE KÖMÜR

Dünya Kömür Rezervlerinin Dağılımı (Milyar Ton)



**Maalesef
Kaliteli
kömürlerimiz
çok az...**

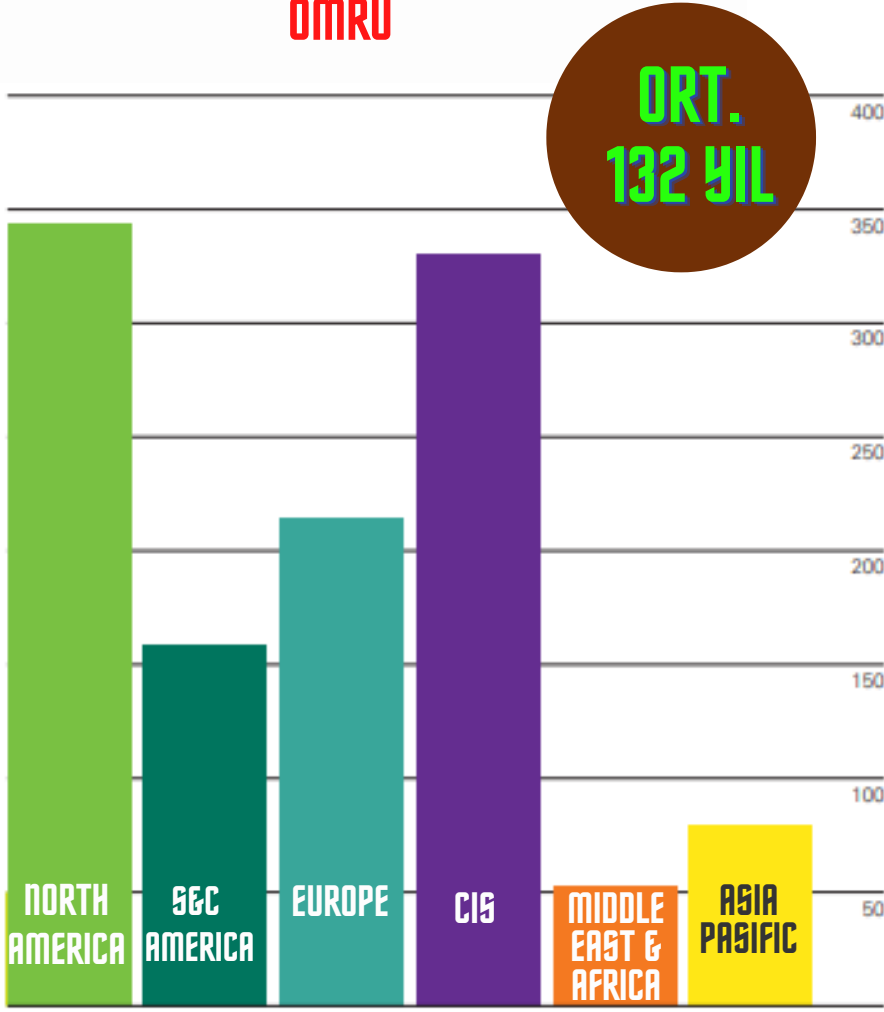
Taş Kömürü;
1,52; 7,3%



Linyit+Asfaltit; 19,32; 92,7%

**Türkiye Kömür
Rezervlerinin Dağılımı**

KÖMÜR REZERV/ÜRETİM MİKTARI ÖMRÜ



NEDEN KÖMÜR?

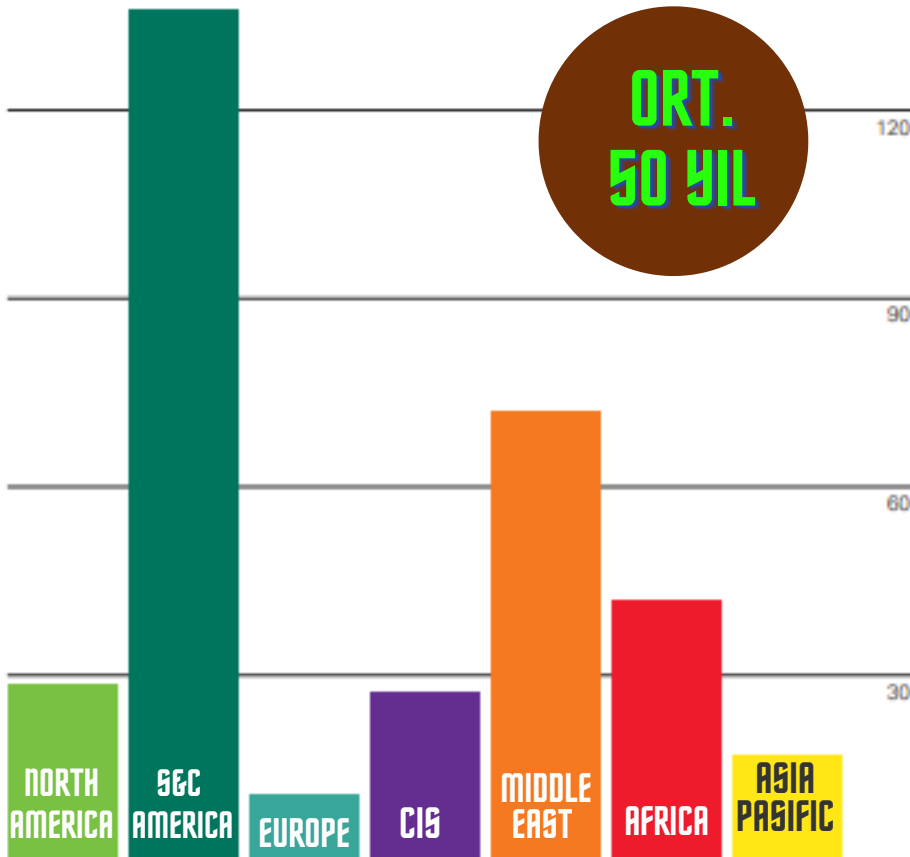
DÜNYA ÜZERİNDE HOMOJEN
DAĞILIM

YÜKSEK REZERV

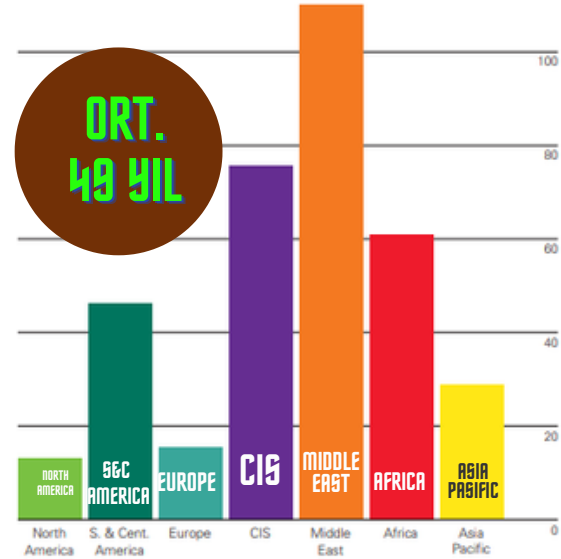
GÜVENİLİR

UCUZ

PETROL REZERV/ÜRETİM MİKTARI ÖMRÜ

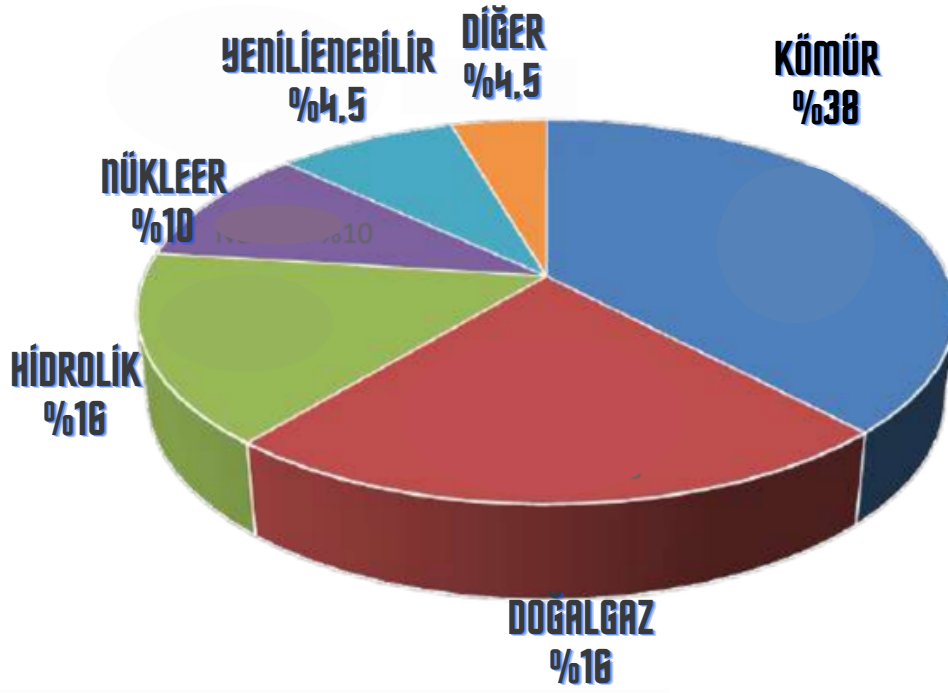


DOĞAL GAZ REZERV/ÜRETİM MİKTARI ÖMRÜ

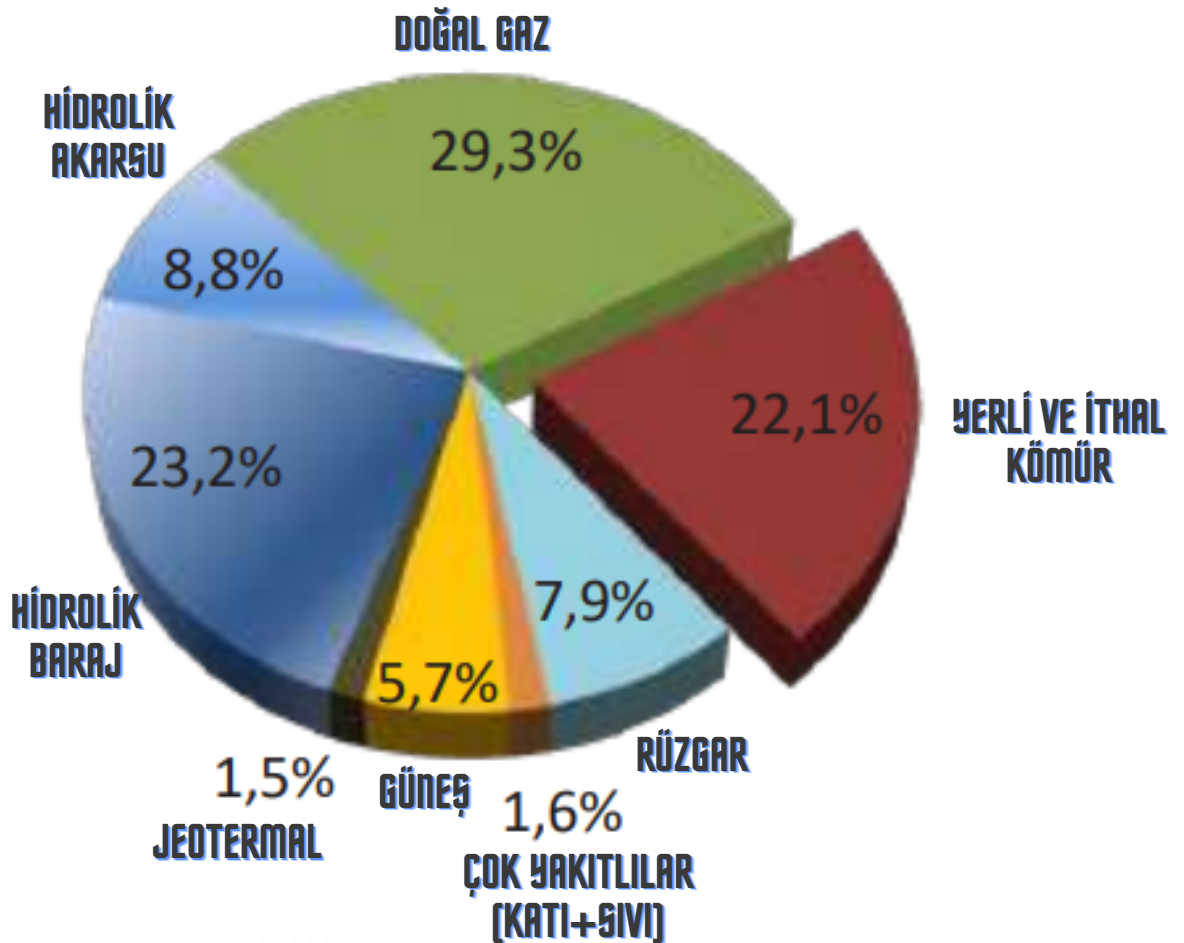


World proved gas reserves in 2018 increased by 0.7 Tcm to 196.9 Tcm mainly as a result of Qatar (24.7 Tcm) and the countries with the biggest reserves. The biggest global gas reserves are in the Middle East, followed by Russia and the United States.

DÜNYA ELEKTRİK ÜRETİMİNDE KAYNAKLARIN KULLANIM ORANLARI



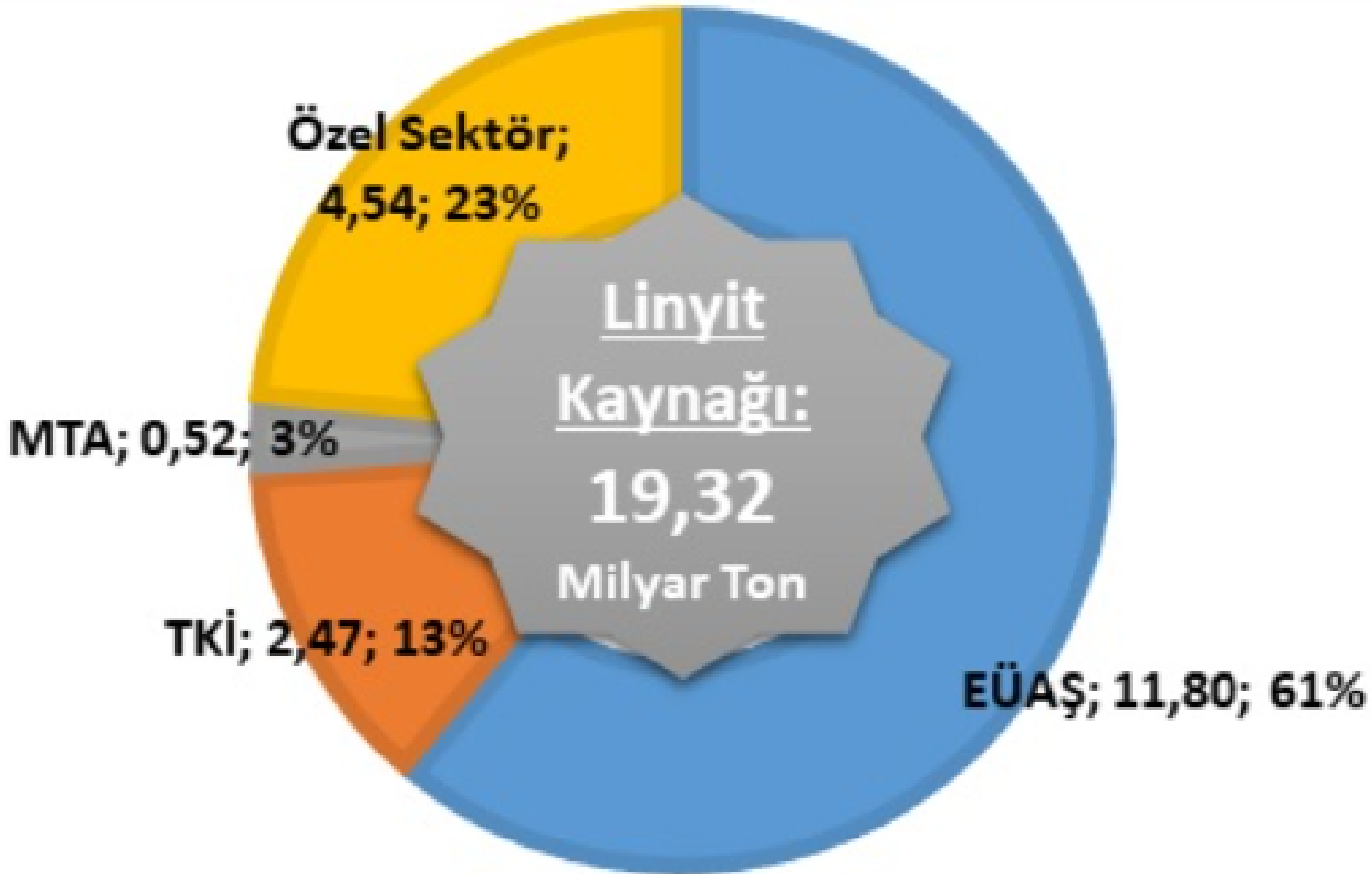
TÜRKİYE ELEKTRİK ÜRETİMİNDE KAYNAKLARIN KULLANIM ORANLARI



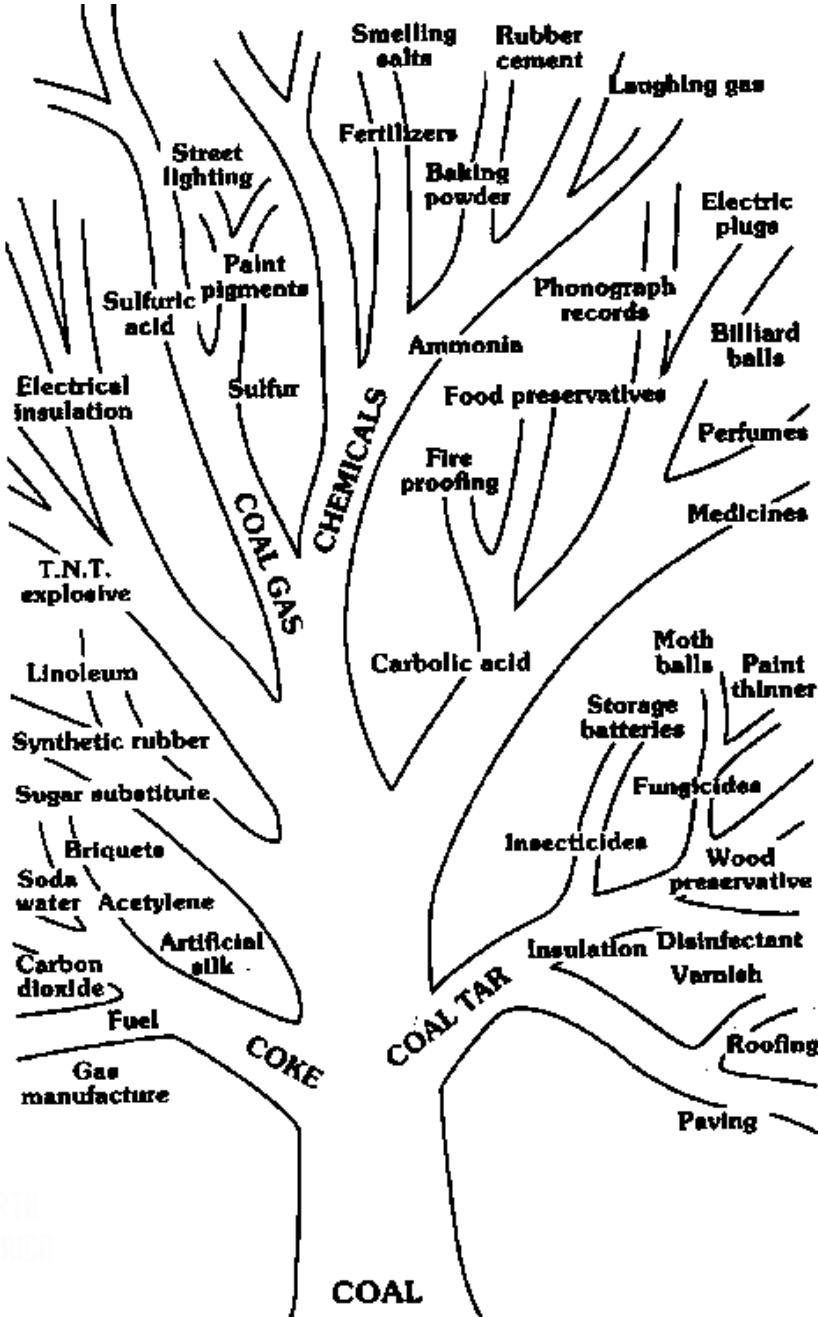
TÜRKİYE TAŞKÖMÜRÜ REZERVLERİ TTK-ZONGULDAK

REZERV	Armutçuk	Kozlu	Üzülmaz	Karadon	Amasra		Toplam Taşkömürü (TTK)
					A	B	
Hazır	1.763.554	3.411.423	305.389	1.757.841	420.000	-	7.658.207
Görünür	1.826.966	62.675.89	133.528.0	130.511.0	5.596.047	395.954.7	735.892.743
Muhtemel	11.089.14	40.539.00	94.342.00	159.162.0	2.176.308	151.161.9	461.788.749
Mümkün	5.885.637	47.975.00	74.020.00	117.034.0	7.758.000	58.812.77	313.482.942
TOPLAM	20.565.30	154.601.3	302.195.4	408.464.8	15.950.35	605.929.4	1.518.822.6

TÜRKİYE LİNYİT REZERVLERİ



KÖMÜRÜN KULLANIM ALANLARI



KÖMÜRDEN ELDE EDİLEN YAN ÜRÜNLER

TÜRKİYE'DE YERLİ KÖMÜRE DAYALI BÜYÜK ÖLÇEKLİ TERMİK SANTRALLERİ

Santralin Adı	Mülkiyeti	Kömür Sahası	Yakıt	Kurulu Güç (MW)
Çanakkale Çan	EÜAŞ	TKİ	Linyit	320
Çanakkale Çan 2	ODAŞ	TKİ	Linyit	330
Orhaneli	Çelikler	Çelikler (İHD)	Linyit	210
Soma	Konya Şeker	TKİ	Linyit	990
Soma	Hidrojen	TKİ	Linyit	510
Seyitömer	Çelikler	Çelikler (İHD)	Linyit	600
Tunçbilek	Çelikler	TKİ	Linyit	365
Yatağan	Bereket Elsan	Bereket Elsan (İHD)	Linyit	630
Yeniköy	İC İçtaş	İC İçtaş (İHD)	Linyit	420
Kemerköy	İC İçtaş	İC İçtaş (İHD)	Linyit	630
Afşin-Elbistan A ²	Çelikler	EÜAŞ*	Linyit	1.355
Afşin-Elbistan B	EÜAŞ	EÜAŞ	Linyit	1.440
Kangal	Konya Şeker	Konya Şeker (İHD)	Linyit	457
Çayırhan	Park (İHD)	EÜAŞ	Linyit	620
Bolu Göynük	AKSA	TKİ	Linyit	270
Adana Tufanbeyli	Enerjisa	Enerjisa	Linyit	450
Çatalağzı ³	Bereket Elsan	TTK	Taşkömürü	300
Silopi	Silopi Elk.(Ciner)	TKİ	Asfaltit	405
Yunusemre TES ⁴	TMSF		Linyit	290
Diğer Küçük Santraller Toplamı				724,8
GENEL TOPLAM				11.316,8

² EÜAŞ'a ait Afşin Elbistan A santrali, 2019 yılında Çelikler firmasına devredilmiştir.

³ Çatalağzı Santrali, ithal kömür lisansına sahip olmakla beraber, Zonguldak Havzası'ndaki yerli taşkömürünü de kullanmaktadır. Bununla birlikte, yerli kömür kullanımı her geçen yıl daha da gerileyen santralin önümüzdeki yıllarda ithal kömür santralleri içinde değerlendirilmesi daha uygun olacaktır.

⁴ Yunusemre TES ilk ünitesi(145 MW) faaliyete geçmiş, 2.ünite inşa halindeyken santral TMSF'ye devredilmiştir.

KÖMÜR KULLANIMININ AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Gün geçtikçe artan enerji talebi, petrol ve doğalgaz fiyatlarındaki dalgalanma ve yükselmeler ülkelerin enerji üretiminde kaynak çeşitliliğine gitmesine neden olmuştur. Bu kaynakların en önemlilerinden birisi de kömürdür. Dünya üzerindeki ülkeler ve Türkiye kömürü maksimum düzeyde kullanmak durumundadırlar. Fakat bu kullanımı doğaya zarar vermekten öte temiz ve verimli teknolojilerle sağlamak gereklidir. Çünkü kömür yenilemeyen ve aynı zamanda fosil bir yakıttır. Yanması sonucunda çevreye birçok sera gazı salmaktadır. SO_2 , NO_2 , CO , CO_2 gibi zararlı gazlar küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine sebep olan baş etkenlerdir. Bunu önlemek amacıyla başta Avrupa ülkeleri olmak üzere hemen hemen bütün dünya ülkeleri bu sera gazlarını azaltmak ve iklim değişikliği ile mücadele için Kyoto Protokolünü imzalamışlardır. Bu gelişmelerle birlikte kömürün de zararlı etkilerini azaltmak amacıyla temiz ve yeni teknolojiler keşfedilmeye başlanmıştır.



TEMİZ KÖMÜR TEKNOLOJİLERİ

Kömür dünyada oldukça fazla bulunan, güvenilir, kullanımı kolay ve rekabet edebilir bir maliyete sahiptir. Bu kaynağı olumsuz şartları minimum, verimi maksimum olacak şekilde kullanmamız gerekir. Bunun için geliştirilen birçok teknoloji vardır. Bu teknolojilerden bazıları şunlardır:

- Sıfır emisyonlu teknolojiler (CO_2 tutma ve depolama teknolojisi)
- İleri teknolojiler (IGCC ve Basınçlı Akışkan Yatakta Yakma Teknolojileri, yüksek verimlilik düşük emisyon)
- Mevcut santrallerde verimlilik iyileştirmesi (Konvansiyonel kritik altı superkritik ve ultra-superkritik santral verimliliği)
- Kömür hazırlama ve iyileştirme (yıkama, kurutma, briketleme)

Bu teknolojilerle birlikte kömür, santrallerde çeşitli prosesler geçirerek kullanıma daha uygun hale gelir. Kömürün hazırlanmasının amaçlarını kısaca aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

- Kömürü zenginleştirmek ve ısı değerini artırmak
- Kömürün kükürttten arındırılması ve çevreye zararının minimuma indirilmesi
- Kömürün susuzlaştırılması
- Yanma sonucu oluşan kömür atıklarının ve küllerinin değerlendirilmesi

