



MADEN TETKİK ve ARAMA GENEL M¼D¼RL¼¼¼

D¼nyada ve T¼rkiye'de K¼m¼r



Maden Serisi : 36
Ankara



MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Dünyada ve Türkiye’de Kömür

Hazırlayan

İbrahim DİNLEN
Maden Mühendisi

Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı

2024

İçindekiler

1. GİRİŞ	1
1.1. Kömürün Tanımı.....	2
1.2. Kömürlerin Fiziksel Özellikleri	3
1.3. Dünyada Kömürün Tarihçesi	3
1.4. Türkiye’de Kömürün Tarihçesi.....	4
1.4.1. Cumhuriyet öncesi	4
1.4.2. Cumhuriyet dönemi	6
1.5. Kömürün Kullanım Alanları	8
2. KÖMÜR YATAKLARININ OLUŞUMU	11
2.1. Allohton Teorisi (Delta Teorisi)	12
2.2. Otokton Teorisi	12
2.3. Lagün Teorisi	12
2.4. Selüloz Teorisi ve Linyin Teorisi	13
3. KÖMÜRLERİN SINIFLANDIRILMASI	14
3.1. Kimyasal Sınıflandırma	14
3.2. Biyolojik Sınıflandırma	15
3.3. Petrografik Sınıflandırma.....	15
3.4. Kökensel Sınıflandırma	16
3.5. Uluslararası Sınıflandırmalar	16
3.6. Taşkömürü Sınıflaması	18
3.7. ASTM (Amerikan) Sınıflandırması	19
4. REZERV VE KAYNAK DURUMU.....	20
4.1. Dünya Rezervleri ve Kaynakları.....	20
4.2. Türkiye Rezervleri ve Kaynakları.....	21
5. MADENCİLİK, ZENGİNLEŞTİRME VE METALURJİK İŞLEMLER.....	24

5.1. Kömür Madenciliği.....	24
5.1.1. Açık işletme yöntemi	24
5.2.2. Yeraltı işletme yöntemi.....	24
5.2. Kömür Hazırlama.....	25
5.3. Fiziksel Yöntemlerle Zenginleştirme.....	25
5.3.1. Briketleme.....	25
5.3.2. Metalürjik işlemler (Koklaştırma, Gazlaştırma ve Sıvılaştırma).....	26
6. ÜRETİM DURUMU	27
6.1. Dünyada Üretim Miktarı.....	27
6.2. Türkiye’de Üretim Miktarı	28
6.3. Dünyada Üretim Yapan Şirketler.....	31
6.4. Türkiye’de Üretim Yapan Şirketler	32
6.5. Uluslararası Birlikler (Kuruluşlar).....	32
7. KÖMÜR TİCARETİ	34
7.1. Pazar/ Piyasa ve Fiyat Durumu.....	36
7.2. Dünya İthalat ve İhracat.....	36
7.3. Türkiye’de İthalat ve İhracat.....	37
7.3.1. Türkiye’nin kömür ithalatı.....	38
7.3.2. Türkiye’nin kömür ihracatı	41
8. KÖMÜRÜN ÇEVRE VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ	44
8.1. Temiz Kömür Teknolojileri	45
9. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER	47
KAYNAKLAR	50

Tablolar Dizini

Tablo 1. Kömürleşme Sürecinde Ortalama Hidrokarbon Oranları [2].....	2
Tablo 2. Kömürleşme Sırasında Oluşan Bazı Gazlar [2]	2
Tablo 3. Kömürlerin Fiziksel Özellikleri [3].....	3
Tablo 4. Kömürden Elde Edilen Ürünler ve Yöntemleri [2].....	8
Tablo 5. Dünyada Kömürün Kullanım Alanları [2]	9
Tablo 6. Türkiye'nin Elektrik Üretim Kaynakları [8].....	10
Tablo 7. Kömürün Kimyasal Sınıflandırması [3].....	14
Tablo 8. Kimyasal Sınıflandırma Metotları [3].....	15
Tablo 9. Uluslararası Genel Kömür Sınıflaması [2].....	17
Tablo 10. Genel Sınıflamada Yer Alan Kömürlerin Özellikleri [2].....	17
Tablo 11. Üst Isıl Değeri 5.700 kcal/kg dan Fazla Olan Kömürler Sınıflandırması [3]	18
Tablo 12. Üst Isıl Değeri 5.700 kcal/kg dan Düşük Olan Kömürler Sınıflandırması [3].....	18
Tablo 13. Taşkömürü Sınıflaması [3]	18
Tablo 14. ASTM Sınıflandırması [3]	19
Tablo 15. Türkiye Linyit Kaynaklarının Isıl Değerlerine Göre Dağılımı [2].....	22
Tablo 16. Dünya Kömür Üretimi Dağılımı [14]	27
Tablo 17. Yıllara Göre Türkiye'nin Kömür Üretim Miktarları [15].....	28
Tablo 18. Dünyada Kömür Üretimi Yapan İlk On Şirket [16].....	31
Tablo 19. Kömür GTİP Numaraları [2]	35
Tablo 20. Dünyada Kömür İthal Eden Ülkeler (2022) [19]	36
Tablo 21. Dünyada Kömür İhraç Eden Ülkeler (2023) [20]	37
Tablo 22. Türkiye'nin 2023 Yılı İhracat ve İthalat Miktar ve Değerleri (2023)[15].....	37
Tablo 23. Maden İthalatımızdaki İlk On Maden Sıralaması (2023) [15].....	38
Tablo 24. Enerji Hammaddeleri İthalatı Yapılan Ülkeler (2023) [15].....	39
Tablo 25. Türkiye'nin Taşkömürü İthalatı (2023) [15]	39
Tablo 26. Türkiye'nin Koklaşabilir Kömür İthalatı 2023 [15]	40
Tablo 27. Türkiye Kömür İthalatının 2022 Yılına Göre Değişimi [15].....	41

Tablo 28. Türkiye Kömür İhracatının 2022 Yılına Göre Değişimi [15]	42
Tablo 29. Yıllara Göre Kömür Dış Ticaretimiz [15].....	43

Şekiller Dizini

Şekil 1. Dünyada Kömür Kullanım Alanları [2]	9
Şekil 2. Kömür Oluşum Ortamları [24]	11
Şekil 3. Kömür Yatakları Oluşum Mekanizması [3].....	12
Şekil 4. Dünya Kömür Rezervleri Yüzdesel Dağılımı [12]	20
Şekil 5. Ülkemizde Önemli Kömür Sahaları ve Potansiyel Kullanım Alanları [27].....	21
Şekil 6. Ülkemizin Önemli Linyit Havzaları ve Sahaları [1]	22
Şekil 7. Türkiye Bitümlü Şist Yatakları [24]	23
Şekil 8. Yeraltı Üretimi [13]	25
Şekil 9. Dünya Kömür Üretimi Haritası [14].....	27
Şekil 10. Yıllara Göre Türkiye'nin Asfaltit Üretimi [15].....	28
Şekil 11. Yıllara Göre Türkiye'nin Bitümlü Şist Üretim Miktarları [15].....	29
Şekil 12. Yıllara Göre Türkiye'nin Linyit Üretim Miktarları [15]	29
Şekil 13. Linyit Üretim Dağılım Yüzdesi [15].....	30
Şekil 14. Yıllara Göre Türkiye'nin Taşkömürü Üretim Miktarları [15].....	30
Şekil 15. Yıllara Göre Türkiye'nin Toplam Kömür Üretim Miktarları [15]	31
Şekil 16. Temsili Dış Ticaret Görseli [18]	34
Şekil 17. Türkiye'nin Taşkömürü İthalatı Yüzdesel Dağılımı [15]	40
Şekil 18. Koklaşabilir Kömür İthalatı Yüzdesel Dağılımı (2023) [15].....	41

1. GİRİŞ

İlk çağlardan itibaren sosyal ve ekonomik ilerlemenin ana bileşenlerinden biri olan enerji, günümüz dünyasında hemen hemen tüm alanlarda kullanılmaktadır. Enerji talebinin sosyal refah ve gelire paralel olarak arttığı gerçeği göz önünde bulundurulduğunda özellikle, ekonomik gelişme açısından uygun maliyetli, sürekli ve sürdürülebilir enerji temini son derece önemlidir. Ekonomik büyüme ve sanayileşmenin en önemli girdilerinden olan enerji, modern dünyanın vazgeçilmez unsurlarındandır. Bu nedenle enerji kaynakları giderek daha kritik bir konum kazanmaktadır. Küresel enerji talebinin büyük bir kısmı petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır.

Türkiye'de son yirmi yılda yaşanan hızlı ekonomik büyüme ve nüfus artışı, enerji talebinde güçlü bir artışa neden olmakla kalmamış, aynı zamanda ithalat bağımlılığını da artırmıştır. Türkiye, enerji talebindeki büyümeyi rasyonelleştirmek, enerji fiyatlarını düşürmek ve ithalat artış hızını yavaşlatmak amacıyla enerji sistemini yeniden yapılandırma yoluna gitmiştir. Bu reformlar modernizasyon, liberalizasyon ve yerli üretim kapasitesinin artırılmasını hedefleyen tedbirleri içermektedir. Özellikle, Türkiye son on yılda enerji karışımını önemli ölçüde çeşitlendirmiş, yenilenebilir elektrik üretimi son on yılda üç katına çıkarmıştır. Türkiye'nin ilk nükleer enerji santralının devreye girmesiyle ülkemizin enerji karışımını daha da çeşitlendirecektir. Yine de fosil yakıtlar Türkiye'nin ekonomisini yönlendirmeye devam etmekte ve başta petrol ve gaz olmak üzere ithalata büyük ölçüde bağımlılığını sürdürmektedir.

Katı fosil yakıtlar sınıfındaki kömürün dünya genelinde yaygın bir şekilde bulunması, söz konusu enerji kaynağının önemini artırmaktadır. Son yıllarda yenilenebilir enerji alanındaki yatırım miktarlarının önemli ölçüde yükseldiği gözlemlense de ülkeler, sahip oldukları kaynakların işlevsiz kalmaması için ekonomilerine kazandırılması anlamında önemli çalışmalar yapmaktadır. Fosil yakıt kullanımı çeşitli çevresel kaygılardan dolayı yoğun bir biçimde eleştirilse de bir fosil yakıt olan kömür, rezerv potansiyelinin yüksekliği, üretim maliyetlerinin diğer fosil yakıtlara göre düşüklüğü ve kullanımının kolaylığı nedeniyle enerji üretiminde tercih edilebilen bir enerji kaynağıdır. Kömürün küresel enerji piyasalarındaki ağırlığı önümüzdeki otuz, kırk yıl boyunca devam edeceği tahmin edilmektedir [1] [2].

Bu yayım ile Kurumumuzun 2011 yılında yapmış olduğu “Dünyada ve Türkiye’de Kömür” adlı çalışması; yukarıda belirtilen hususlar doğrultusunda ülkemizde ve dünyadaki üretimine, potansiyeline ilişkin son veriler derlenerek genel bir bakış açısı oluşturulması amacıyla güncellenmiştir.

1.1. Kömürün Tanımı

Kömürü bileşiminde başlıca karbon, hidrojen ve oksijen gibi elementlerin bulunduğu yanabilen sedimanter organik bir kaya çeşidi olarak tanımlamak mümkündür. Doğada birkaç çeşit kömür bulunmaktadır. Bunlar başlıca linyit, taş kömürü, antrasit ve grafit şeklinde sıralanmaktadır.

Kömür genellikle tropik iklim özelliği olan ve nemli bölgelerde oluşmaktadır. Diğer bir ifadeyle kömür tanımından da anlaşılacağı üzere zengin bitki örtüsü bulunan bölgelerde yer altında milyonlarca yıllık kimyasal ve fiziksel tepkimeler sonucunda meydana gelen bir fosil yakıt çeşididir. Uygun ortam ve bataklıklarda çürümeden kurtulan bitki birikimlerinin, zamanla biyokimyasal ve fiziksel etkilerle değişim sonucu oluşmuştur. Bu değişim süreci kömürleşme olarak geçmektedir. Kömürleşme sürecinde en önemli faktörler havasız ortam, basınç, sıcaklık ve zamandır. Havasız ortam deniz sularının ilerlemesi, basınç üst üste binen formasyonların oluşturdukları ağırlık, sıcaklık ise yerküre merkezli ve basınç kaynaklı ısı ile sağlanmaktadır.

Kömürü yapan ana element karbondur. Kömürün organik olgunluk veya kalite bakımından yüksek karbon (enerji) miktarına sahip olması ve düşük nem içermesi önemli bir etmendir. Başka bir deyişle içeriğinde bulunan karbon miktarı kömürün kalitesi ve enerji üretim miktarı konularında bilgi vermektedir. Kömürleşme süreci esnasında karbon miktarı gittikçe artmakta, hidrojen ve oksijen oranları ise azalmaktadır. Kömürleşme derecesi arttıkça karbon oranı da artmaktadır. Kömürleşme Sürecinde Ortalama Hidrokarbon Oranları ile oluşan bazı gazlara ait bilgiler aşağıdaki Tablo 1 ve Tablo 2’de verilmiştir [1].

Tablo 1. Kömürleşme Sürecinde Ortalama Hidrokarbon Oranları [2]

Kömürleşme Sürecinde Ortalama Hidrokarbon Oranları (%)			
Kömür Cinsi	Hidrojen	Karbon	Oksijen
Turba	6	60	33
Linyit	6	70	23
Taşkömürü	3,7	82-92	2

Tablo 2. Kömürleşme Sırasında Oluşan Bazı Gazlar [2]

Kömürleşme Sırasında Oluşan Bazı Gazlar	
CO	Karbon monoksit
CO ₂	Karbondioksit
CH ₄	Metan
NO	Azot oksit

Kömürün gözeneklerine yerleşen bu gazların bir kısmı, kayaç hareketleriyle kömürü terk ederek yan kayaçlara sızmaktadır. Kömürleşme derecesi arttıkça, başka bir deyişle kömür yaşlandıkça kayaç hareketleri de artacağından bu uçucu maddelerin oranı da azalmaktadır.

Kömür cinsleri içerikleri bakımından karbon miktarı %60 ve daha az ise “turba”, %70 civarında ise “linyit”, %80-90 arasında ise “taş kömürü” ve %90’dan fazla ise “antrasit” olarak sınıflandırılmaktadır. Bu bağlamda kömür cinsleri arasında en fazla enerji yoğunluğuna sahip olan antrasittir. Bu kaynak “ısı değeri” bakımından 7.300-8.000 kcal/kg ile daha çok sanayi ve demir-çelik endüstrisinde kullanılmaktadır.

1.2. Kömürlerin Fiziksel Özellikleri

Kömürlerin fiziksel özellikleri aşağıdaki Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Kömürlerin Fiziksel Özellikleri [3]

ÖZELLİK	AÇIKLAMA
Gözeneklilik	Gözeneklilik bütün kömürlerde vardır. %10 civarında porozite, kömürdeki C oranı %95 ile %90 arasında doğru orantılı olarak, bunun altındaki karbon değerlerinde ise ters orantılı olarak değişmektedir.
Absorpsiyon	Kömürün gaz emme yeteneğidir. Uçucu madde, karbon miktarı ve adsorbe edilen gaz türüne göre değişmektedir. Kömürler ağırlıklarının %15'i kadar gaz emebilmektedir.
Plastiklik	Kömürlerin basınç altında yumuşama özellikleri olup kömürleşme derecesi (rank), absorbe maddeleri ve porozitesi ile ilişkilidir.
Özgül Ağırlık	Kömürlerde karbon oranı %60-96 arasında değişirken özgül ağırlık 1,2 gr/cm ³ den 1,7 gr/cm ³ 'e yükselmektedir.
Mikrosertlik	Belli çaptaki çelik bilyanın sabit yük altında kömür üzerinde bıraktığı izin hacmi olarak tanımlanan mikro sertlik, kömürleşme derecesinin ölçütü olup damarların tanınması ve korelasyonu da yapılabilmektedir.
Yansıtma	Kömürlerin ışığı yansıtma özelliği kömürleşme derecesine ve şiddetine bağlı olup derece yükseldikçe refleksiyon artar.

1.3. Dünyada Kömürün Tarihçesi

Dünya’da kömür kullanımı üzerine bulgular M.Ö. yıllara dayandırılrsa da ilk sistematik ve kurumsal kömür madenciliğinin 17. yüzyılda İngiltere’de başladığına dair bilgi mevcuttur. 17. yüzyılda üretilen kömür ısıtma amaçlı kullanılmaktaydı ve henüz yaygınlaşmış değildi. Kömürün yaygınlaşması ve tarihte ekonominin belirleyici unsuru olması arkasındaki temel dinamik, 18. yüzyılda başlayan ve 19. yüzyılda hızlanarak ilerleyen Sanayi Devrimidir. 18. yüzyılda bulunan buhar makinaları kömür talebindeki sıçrama konusunda en önemli sebep

olarak değerlendirilebilmektedir. İnsanoğlu sanayileşirken, makinelere güç sağlayabilme, elektrik üretebilme ve ısınma amaçlı kömür kullanımı 19. yüzyıl boyunca her yıl daha da artarak devam etmiştir. Kömür sanayileşme ve ekonomik ilerleme için son derece önemliydi ve gelişmiş ülkeler 19. yüzyıl boyunca yoğun olarak kömür madenciliği yapmalıydılar. Nitekim devrin önde gelen İngiltere, ABD, Almanya, Fransa gibi ülkelerinde çok sayıda kömür madeni işletilmekteydi. Bu ülkelere ait madencilik firmaları sadece kendi ülkelerinde değil, diğer farklı ülkelerde de kömür madenciliği faaliyetlerinde bulunuyorlardı.

İlk olarak milattan önceki yıllarda Çinliler tarafından kullanıldığı bilinmektedir. Kömür işletmeciliğine ait dokümanlar 12. yüzyıla aittir. Kömürün yoğun olarak kullanımı ise 18. yüzyılın ikinci yarısına rastlar. Özellikle gelişen sanayi ve endüstri, kömür kullanımını artırmış, kömürü önemli bir mineral haline getirmiştir. Roma döneminde kentte demir işçiliği için kömürün kullanıldığına dair kanıtlar bulunmuştur. Kömür demir-çelik sanayisinin hammaddesi olarak kullanılmış ve buharlı motorlarda, buharın oluşumu için yakıt olarak kullanılmıştır.

Sanayi Devriminin gelişimi ile buharla olan ihtiyaç kömürün büyük ölçekli kullanımına yol açtı. Kömür bir enerji kaynağı olarak bulunmasaydı İngiltere, 1830'lu yıllarda su değirmenlerini çevirmek için tüm kaynaklarını tüketti. Bitümlü kömür ve Antrasit arasındaki bir sınıf, bir zamanlar buharlı lokomotifler için yakıt olarak yaygın kullanıldığı için "buhar kömürü" olarak biliniyordu. Kuru küçük buhar somunları olarak da adlandırılan küçük "buhar kömürü", evsel su ısıtması için yakıt olarak kullanılmıştır. Bugün çıkarılan kömürün büyük bölümü ise elektrik üretimi ve çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Kömürün en büyük tüketici ve ithalatçısı Çin'dir. Çin, Dünya kömürünün neredeyse yarısını çıkarmaktadır. Çin'in ardından Hindistan yaklaşık onda biri ile takip etmektedir. Avustralya, Dünya kömür ihracatının yaklaşık üçte birini oluşturmakta ve onu da Endonezya ve Rusya takip etmektedir [4].

1.4. Türkiye'de Kömürün Tarihçesi

Ülkemizdeki kömürün tarihçesi, bu çalışmada Cumhuriyet öncesi ve sonrası olarak değerlendirilmektedir.

1.4.1. Cumhuriyet öncesi

Bir tarım toplumu olan Osmanlı İmparatorluğu'nun kömüre olan ilk talebi 19. yüzyılın ilk yarısında yelkenden buhar makinelerine geçmekte olan donanmasının ihtiyacından kaynaklandı. Daha sonra tophane, darphane, tersanelerde de ihtiyaçlar oluştu. Kömür ihtiyacının ithalat ile karşılanması Osmanlı ekonomisinde büyük yük oluşturmaktaydı. Bu sebeple Osmanlı'nın kendi kömür madenlerini işletmesi gerekiyordu.

İmparatorluğun ilk kömürü Sultan I. Mahmud zamanında Fransız asıllı Humbaracı Ahmet Paşa tarafından 1731 yılında Saraybosna'da bulunmuştur. Daha sonra, Sultan III. Mustafa zamanında, yine Fransız kökenli Baron François de Tott tarafından 1774 yılında İstanbul'a yakın Yedikumlar mevkiinde kömür bulundu. Bulunan her iki oluşum da düşük kalorili linyit kömürüydü. İthal edilen ve ihtiyaç duyulan ise yüksek kalorili taş kömürleriydi. Osmanlı donanmasındaki askerler Osmanlı sınırları içerisinde taş kömürü bulabilmek için haberler gönderdi ve arama yaptılar.

Yaygın bilinen bilgi Osmanlı'da ilk taş kömürünün 1829 yılında Uzun Mehmet tarafından bulunduğudır. Farklı bir bilgiye ise 1944 yılında Özekten tarafından ve 1968 yılında Topkaya ve Bircan tarafından yazılan makalelerde denk gelinmiştir. Söz konusu makalelerde Osmanlı'da ilk taş kömürünün 1822 yılında Ereğli Livasının Kestaneci köyüne bahriyeden terhis edilmesi sebebi ile dönen Hacı İsmail tarafından bulunduğu yazmaktadır. Hacı İsmail tarafından bulunan taş kömürünün İstanbul'a getirildiği, Padişah 2. Mahmut'un bu konuda bilgi aldığı da yine söz konusu makalede geçmektedir. Hacı İsmail'in İstanbul'a götürdüğü kömürler uzmanlarca incelenerek taş kömürü olduğu tespit edilmiştir.

Osmanlı'da ilk taş kömürünün 1822 yılında Hacı İsmail tarafından bulunduğu 1916 yılı tarihli Zonguldak Kaymakamı Ahmet Cevdet'in Raporu'nda da yazmakta olduğu bilinmektedir. 1822 yılında taş kömürünü bulan Hacı İsmail 2. Mahmut tarafından "İhsan-ı şahane" ile ödüllendirilmiştir.

Uzun Mehmet'in kömürü bulma hikâyesi ise kısaca şöyledir: Uzun Mehmet, bir gün Neyren köyü civarındaki değirmene gider, dere kenarında dolaştığı sırada siyah taşlar bulur ve askerde kendisine gösterilen siyah taş (yanan taş) aklına gelir. Bunlardan biraz toplayarak değirmende yanan ocağa atar. Taşların yandığını görünce ertesi gün aynı yere tekrar gider ve daha kapsamlı bir arama yapar. Uzun Mehmet, çuvala koyduğu kömür numunelerini İstanbul'a götürür. Buluşu sebebi ile Padişah 2. Mahmut Uzun Mehmet'i 50 altınla ödüllendirmiştir.

İlk taş kömürü işletmesi yalnızca donanmanın ihtiyacını karşılayabilmek amaçlı küçük üretim miktarları ile amatörce 1848 yılında başlamıştır. İlk taş kömürünün Zonguldak'taki varlığından 1822 yılında haberi olan devlet yönetiminin burada madencilğe başlamak için 26 yıl beklemesi ve bu geçen 26 yılın ardından dönem koşulları için bile ilkel ve verimsiz madencilik yapması günümüzde halen etkileri devam eden bir geç kalmışlıktır. Profesyonel bir Osmanlı madencilik şirketi olmadığı için pek çok kez çeşitli devlet kurumlarınca (Bahriye Nezareti, Evkaf Nezareti, Hazine-i Hassa Nezareti) ve kuyumcu, banker gibi sermaye sahiplerince madenler işletilmiştir. Devlet 1849 yılında Zonguldak havzası taşkömürü

madenlerinin işletme hakkını Galatalı sarraflara devretmiştir. 1861 yılından önce, yabancı şirketler bir nevi taşeronluk gibi yerli şirketler üzerinden kira vererek madenlerde üretim yapılabiliyorlardı. Zonguldak'ta ilk üretim yapan yabancılar İngilizlerdi ve 1849 yılında Galatalı sarrafların üzerinden yıllık sadece 30.000 kuruş ödeme yaparak maden çıkardılar. O dönemde 30.000 kuruş 15 memurun yaklaşık bir yıllık maaşı kadar bir paraydı. 1861 yılında gerçekleştirilen "Maadin Nizamnamesi" ile madenleri yabancı şirketlerin işletmesi kolaylaşmıştır. Osmanlı'da ilk profesyonel ve çağ koşulları için modern taş kömürü madenciliği 19. yüzyıl sonlarında Fransız sermayeli bir şirket tarafından gerçekleştirilmiştir. Daha önce İngiliz gruplar tarafından dönemsel olarak toplam 8 yıl süreyle işletme yapılmıştır.

19. yüzyılın son yıllarından itibaren Osmanlı'da kömür işletmeciliği yapan Fransız sermayeli Ereğli şirketinin Zonguldak'a girmesi ile maden işletmeciliğinde teknolojik açıdan önemli iyileşme yaşanmıştır. Bu şirket Osmanlı'nın en büyük bütçeli madencilik şirketi ve imparatorlukta en büyük ikinci işveren durumundaydı. Zonguldak'ta Fransızların dışında İtalyan, İngiliz şirketlerde çalışmıştır, ancak en çok üretimi yapan ve iz bırakan Fransızlar olmuştur [5].

1.4.2. Cumhuriyet dönemi

Ülkemizde linyitin işletme ve aramalarına Cumhuriyetimizin kurulmasıyla gereken önemin verilmeye başlandığı bilinmektedir. Bu bağlamda 1927 yılında, Amasya-Çeltek, Yozgat-Yerköy, Kütahya-Tunçbilek-Değirmisaz ve Aydın-Nazilli-Girenez ocakları çalıştırılmaya başlanmıştır.

Türkiye kömür sektörü, kamu işletmeciliği temelinde tasarlanması 1935 yılına dayanmaktadır. Bu yılda o zamanki adıyla Maden Tetkik Arama Enstitüsü kurulmuş ve ülkemizin yer altı kaynaklarının araştırılmasıyla görevlendirilmiştir. Aynı yıl Maden Tetkik Arama Enstitüsü ile birlikte Elektrik İşleri Etüt İdaresi ve Etibank birbirlerine bağlı olarak kurulmuştur. Etibank'ın kuruluş amaçlarının arasında kömür ocaklarını ve kömüre dayalı santrallerin kurup işletmesi de bulunmaktaydı.

Çok kısa bir sürede Zonguldak Havzası'ndaki kömür ocakları ile Seyitömer ve Tunçbilek gibi linyit ocakları devletleştirilerek Etibank'a devredildi. İkinci Dünya Savaşı bittiğinde taşkömürü üretiminin tamamı ve linyit üretiminin yaklaşık yüzde 80'i kamu kuruluşları tarafından yapılmaktaydı.

1957 yılında Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) kuruldu ve Etibank'a bağlı tüm kömür sahaları bu kuruma bağlandı. 1970'li yıllardaki petrol krizlerinin etkisiyle kömüre dayalı termik

santral projeleri gündeme geldi ve 1978 yılında “Devletçe İşletilecek Madenler Hakkında Kanun” yayımlanarak özel sektöre ait çok sayıda linyit sahası elektrik üretiminde kullanılmak üzere TKİ’ye devredildi.

Bu düzenlemeler sonrasında; Seyitömer, Tunçbilek B, Soma B, Yatağan, Yeniköy, Kemerköy, Afşin-Elbistan A, Çayırhan, Kangal ve Orhaneli gibi linyite dayalı büyük ölçekli termik santraller için gerekli olan yakıtı sağlayacak kömür üretim projeleri, TKİ tarafından hızla devreye sokuldu. 1970 yılında yaklaşık 6 milyon ton olan linyit üretimi 1990’lı yıllarda 60 milyon tonların üzerine çıktı.

1982 yılında Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) kuruldu ve Zonguldak Kömür Havzası’ndaki kömür ocakları TKİ bünyesinden alınarak bu kuruma bağlandı.

1989 yılında Sivas-Kangal, 1995 yılında Afşin-Elbistan ve 2000 yılında Çayırhan kömür işletmeleri, o zamanki adıyla Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) şimdiki adıyla Elektrik Üretim Anonim Şirketi’ne (EÜAŞ) devredildi. Böylelikle, Türkiye kömür sektörüne, 1989 yılından itibaren üçüncü bir kamu kuruluşu daha katılmış oldu. Tüm bu gelişmeler yaşanırken, kömür sektörünün kamu ağırlıklı yapısı 2013 yılına kadar pek fazla değişmemiştir. Taşkömürü üretiminin tamamı TTK ve linyit üretiminin ise yüzde 90’ı TKİ ve EÜAŞ tarafından yapılmaktaydı.

Elektrik sektörünün yeniden yapılandırılması kapsamında, kamuya belirli bir pay almak şeklinde özetlenebilecek bir modelle, Özelleştirme İdaresi Başkanlığı ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 2005 ila 2013 yılları arasında bazı kömür sahaları ve termik santraller özelleştirilme kapsamında işletme hakları devredildi.

Özetle; kömür aramacılığına MTA Genel Müdürlüğü’nün kurulmasıyla programlı ve bilimsel bir şekilde geçilmiştir. Kurumumuz tarafından 1939-1984 yılları arasında 40.000 km² alanın detay etüdü yapılmış ve toplam 1.459.000 metre sondaj yapılarak 117 adet Linyit sahası saptanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, 8,3 milyar ton linyit rezervi tespit edilmiştir. MTA tarafından 2005 yılında yoğun kömür arama çalışmalarına başlanmıştır. Bunun sonucunda, 2019 yılı sonu itibari ile toplam 3.158.420 metre sondaj yapılarak; beş adedi büyük rezervli (Karapınar-Ayrancı, Eskişehir-Alpu, Afyon-Dinar, Tekirdağ-Malkara, İstanbul-Silivri) olmak üzere 24 adet yeni kömür sahası keşfedilmiş, üç sahada ise rezerv artışı sağlanmıştır. Bu kapsamda; 2005-2019 yılları arasında yapılan çalışmalar sonucunda rezerv 10,82 milyar ton arttırılmıştır. Kurumumuzun günümüzde de bu çalışmaları yoğun olarak devam etmektedir [6].

1.5. Kömürün Kullanım Alanları

Günümüzde kömür, birçok alanda kullanılmaktadır. Yoğunlukla kullanıldığı iki önemli alan vardır. Bunlardan ilki kömürün termik santrallerde yakılarak ısı enerjisine, bu enerji ile buhar kazanlarında elde edilen buharla türbin ve jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülmesinde kullanılmasıdır. Diğer bir önemli kullanım alanı ise demir-çelik sanayisidir. Koklaştırılmış kömür ile demir cevheri ergitilmekte, aynı zamanda cevherin içerdiği oksijeni ayırt etme (karbonla birleşme) işlemi gerçekleştirilmektedir.

Ayrıca çeşitli fabrika ve tesislerde (kiremit, çimento vb.) ısı kaynağı olarak kullanılmaktadır. Kömür, aslında birçok ürünün ana maddesidir. Yeraltında ya da açık işletmede kazı sonucu üretilen ham kömür birçok işlemde geçirilerek uygulanan teknolojiye göre ürünler elde edilmektedir. Kullanım amacına göre yapılan işlemler ve uygulanan teknolojiler farklılık göstermektedir. Kömürden elde edilen ürünler ve yöntemleri ile bunların kullanım alanları Tablo 4'te verilmiştir [2] [7]

Tablo 4. Kömürden Elde Edilen Ürünler ve Yöntemleri [2]

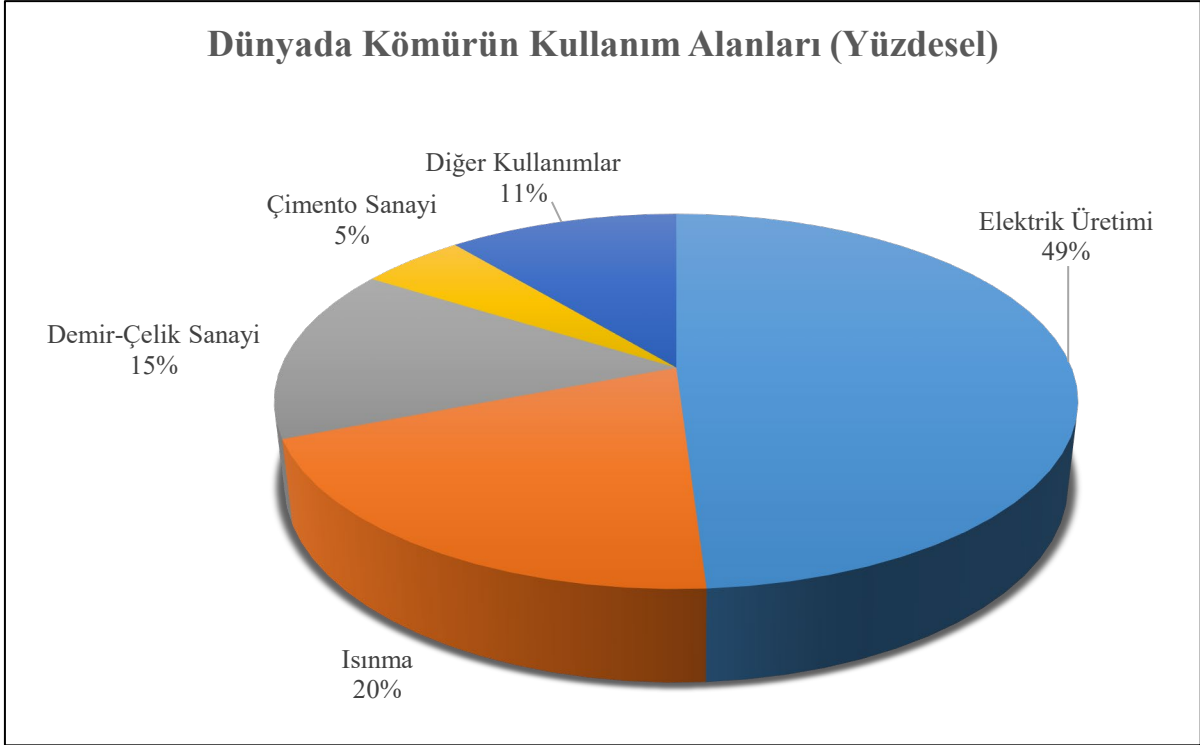
Yöntemler	Elde Edilen Ürünler	Kullanım Alanları
Koklaştırma	Kok kömürü Şehir gazı Katran Benzen Amonyak	Demir - Çelik Sanayi Isınma Kimya
Yakma	Elektrik Isı	Termik Santraller Isınma
Gazlaştırma	Sentez gazı	Demir - Çelik Sanayi Isınma Kimya Termik Santraller
Sıvılaştırma	Katı yağlar Sentetik benzin	Termik Santraller Ulaşım Kimya

Kömürün koklaştırılmasında kullanılacak kömür türünün özellikleri de büyük önem taşımaktadır. Kömürün koklaştırılmasında kok kömürü yanında yan ürünler de elde edilmektedir. Örneğin, 1 ton kömürün koklaştırılmasında; 750 kg kok kömürü, 30-35 kg katran, 9-11 kg ham benzen ve 370-410 m³ şehir gazı elde edilmektedir. Gazlaştırma ve sıvılaştırma teknolojileri -özellikle sıvılaştırma- uzun zamandan beri araştırılmaktadır. Hatta İkinci Dünya

Savaşında ulaşım için kömürden sentetik benzin dahi elde edilmiştir. Dünya kömür kullanım alanları Tablo 5'te ve Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 5. Dünyada Kömürün Kullanım Alanları [2]

Kullanım Alanları	%
Elektrik Üretimi	49
Isınma	20
Demir-Çelik Sanayi	15
Çimento Sanayi	5
Diğer Kullanımlar	11



Şekil 1. Dünyada Kömür Kullanım Alanları [2]

Dünyada kömür dışında elektrik üretiminde kullanılan diğer kaynakların payları ise aşağıda sıralanmıştır.

- ✓ Doğal gaz : %20,9
- ✓ Hidroelektrik : %15,6
- ✓ Nükleer enerji : %13,8
- ✓ Petrol : %5,6
- ✓ Diğerleri : %2,6

Ülkemizdeki elektrik üretiminde kullanılan kaynaklar Tablo 6’da verilmiştir. Aşağıdaki tabloda da görüleceği üzere ülkemizin elektrik üretiminde kömür halen önemli bir yer teşkil etmektedir [8].

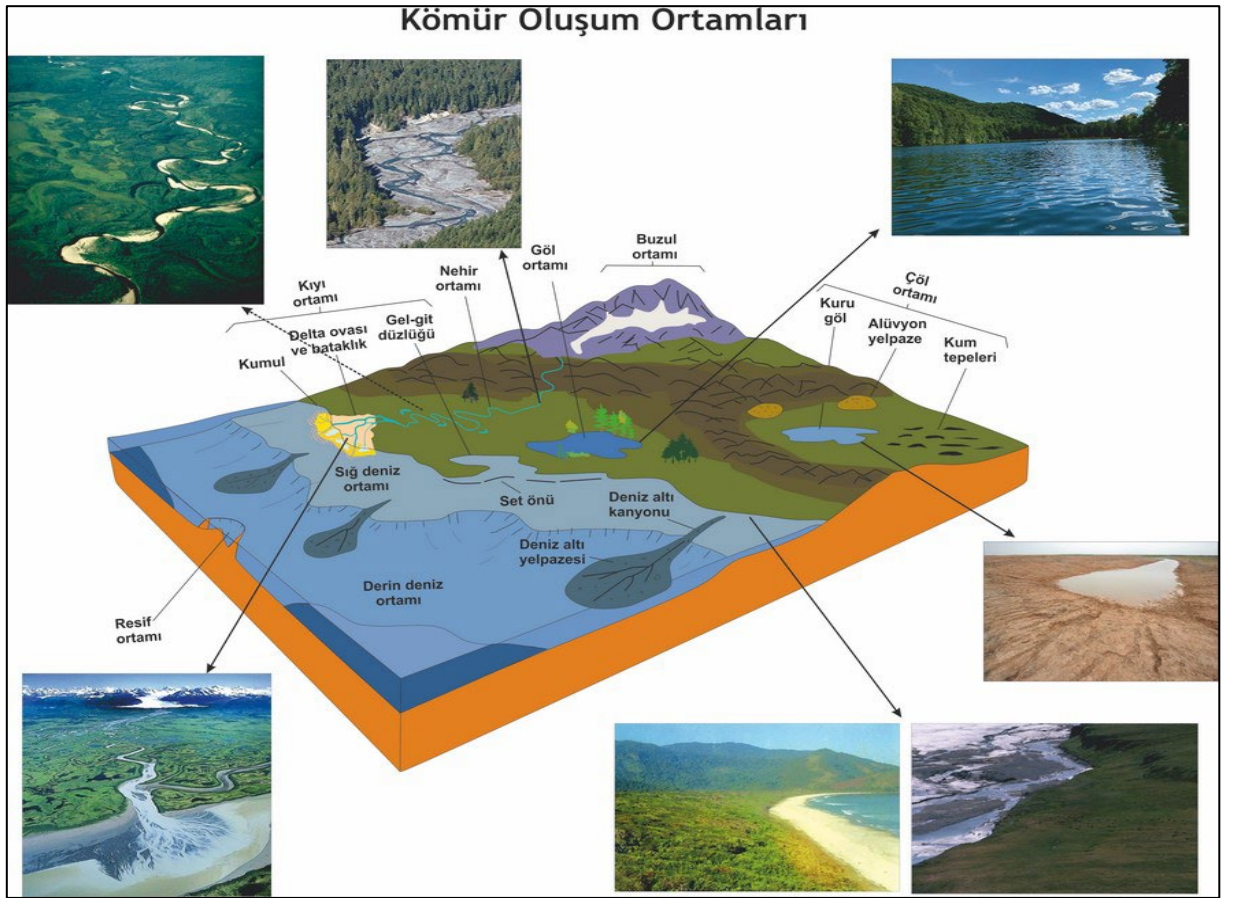
Tablo 6. Türkiye’nin Elektrik Üretim Kaynakları [8]

Elektrik Üretim Kaynağı	%
Kömür	35,00
Doğalgaz	23,00
Dİğer	42,00
Hidroelektrik	
Rüzgâr Santralleri	
Güneş Panelleri	
Biyoyakıt	
Petrol	

2. KÖMÜR YATAKLARININ OLUŞUMU

Kömür, katmanlı tortul çökellerin arasında bulunan katı, koyu renkli karbon ve yanıcı gazlar bakımından zengin kayadır. Dünyanın çoğu bölgesinde bulunan kömüre, yerin yüzeye yakın bölümlerinde ya da çeşitli derinliklerde rastlanır. Kömür çok miktarda organik kökenli maddenin kısmi ayrışması ve kimyasal dönüşüme uğraması sonucunda oluşan birçok madde içerir. Bu oluşum sürecine kömürleşme denir. Bataklıklarda uygun nem ve sıcaklığın oluşması, ortamın asit miktarının artması, gerekli organik maddelerin ortamda bulunmasıyla bozunmuş, çürüyen bitkilerin su altına inmesi ve bataklığın zamanla üstünün örtülmesi gibi olaylar sonucu oluşur. Şekil 2’de kömürün oluşum ortamları gösterilmiştir.

Deltalar (en kalın kömür damarlarının oluştuğu ortamlardır), **Göller ve nehirler** (göl kıyıları, kalın kömür damarlarının meydana geldiği uygun bataklık ortamlardır), **Lagünler** (deniz etkisinin olduğu ince kömür damarcıklarını meydana getirirler), **Akarsu taşıma ovaları** (ince kömür damarcıklarını oluştururlar) kömür oluşumlarının görüldüğü yerlerdir [3].



Şekil 2. Kömür Oluşum Ortamları [24]

Kömürün oluşumu için ileri sürülen teoriler şunlardır:

2.1. Allohton Teorisi (Delta Teorisi)

Bitkisel artıkların tatlı veya acı sulu göllere veya denizlere taşınarak buralarda çökelediği ve bazı değişim olaylarından sonra kömürleştiği öne sürülmektedir.

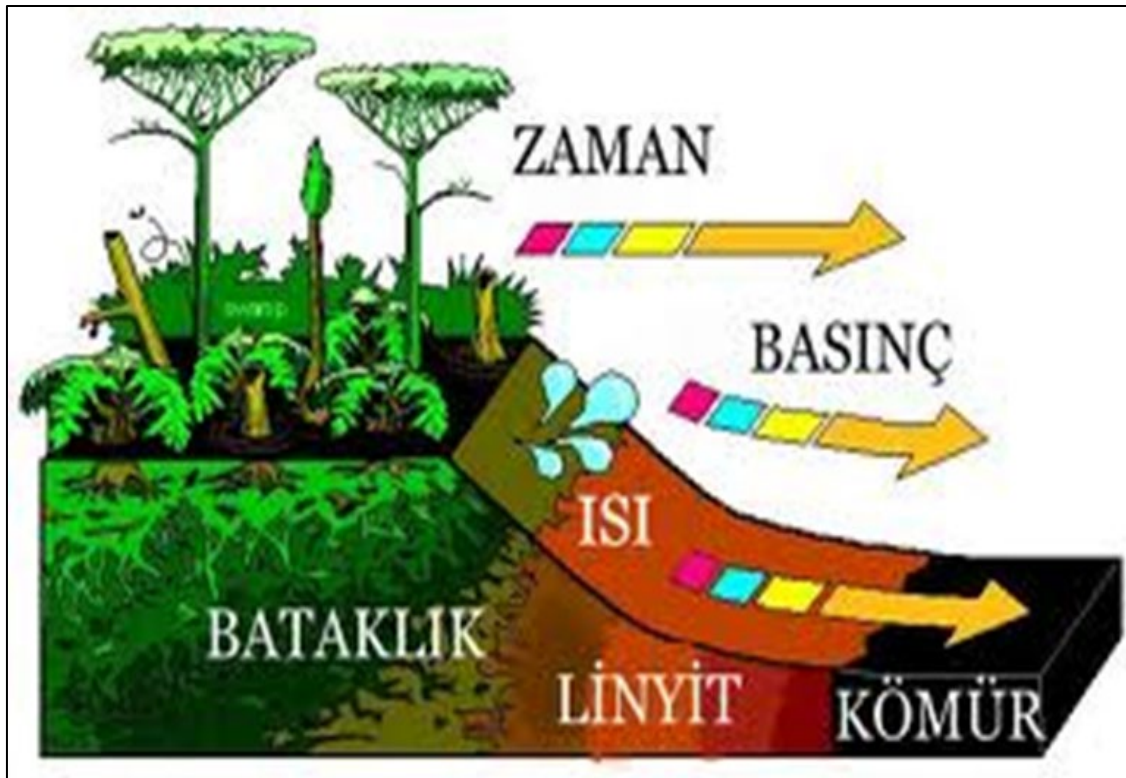
2.2. Otokton Teorisi

Bitkisel artıkların çökelişi ve kömürleşmesi bitkilerin geliştiği ortamda olmakta, bir taşınma söz konusu edilmemektedir.

2.3. Lagün Teorisi

Kömür yataklarında bitkilerin kök, gövde, dal gibi artıklarına çok az rastlanır. Tabakanın büyük kısmı bitkilerin ayrışmaya uğramış küçük ve mikroskobik kırıntılarının birikmesinden oluşmuştur. Lagün teorisi çeşitli tipteki kömürleri meydana getiren bitkisel yığımları açıklamakta ancak bu kömür tipleri arasındaki kimyasal farklılıkları açıklayamamaktadır.

Kömür yatakları oluşum mekanizması Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Kömür Yatakları Oluşum Mekanizması [3]

Kömür tipleri arasındaki kimyasal farklılıkları açıklayan teoriler ise Selüloz ve Linyin (Fischer-Schrader) Teorisi'dir.

2.4. Selüloz Teorisi ve Linyin Teorisi

Birçok araştırmacı kömürün ana maddesinin selüloz olduğunu kabul etmekte ve sentez yoluyla selülozdan diğer kömür türleri oluşmaktadır. Bergius isimli araştırmacının ortaya attığı bu teoriye göre kömür oluşumu havasız yerde selülozun yavaş yavaş ayrışmasının bir sonucudur. Buna göre; Selüloz ve lignin yapıları bakımından birbirinden tamamen farklı iki maddedir. Bakterilerin etkisiyle selüloz, CO₂, CH₄ ve H₂O'ya ayrılarak tamamen kaybolur. Selülozun kaybolması ile geriye kalan kısım lignin bakımından zenginleşir. Ligninin sabunlaşması ile hümik asitler oluşur. Hümik asitin yoğunlaşması ve moleküllerinden su çıkarması ile hümik maddeler oluşur.

Hümik maddelerden H₂O, CO₂ ve CH₄ çıkarak linyitler ve taşkömürleri oluşur.

Jeolojik devirde iki büyük kömür oluşum çağı vardır. Bunlardan daha eski olanı Karbonifer (345-280 milyon yıl önce) ve Permiyen (280-225 milyon yıl önce) dönemlerini kapsar. İkinci büyük kömürleşme çağı ise Kretase (tebeşir) döneminde başladı ve tersiyer dönemi sırasında sona erdi. Dünyadaki linyitlerin ve yağsız kömürlerin çoğu bu dönemde oluşmuştur [3].

3. KÖMÜRLERİN SINIFLANDIRILMASI

Kömürlerin sınıflandırılmasında ölçüt olarak kullanılacak pek çok faktör vardır. Dolayısıyla çok sayıda farklı kömür sınıflamaları yapılmıştır. Kömürler, genelde amaca ve özelliklerine göre sınıflandırılırlar. Örneğin, linyitin sınıflandırılmasında yakıt olarak değeri ve kimyasal amaçla kullanılabilirliğini gözetilen rutubet ve katran oranı söz konusudur. Özelliklerine göre sınıflandırmada uçucu madde, su, kül, karbon oranları ve ısıl değer en önemli parametrelerdir [3].

Önemli kömür sınıflandırmaları şunlardır:

- 1) Kimyasal sınıflandırma
- 2) Biyolojik sınıflandırma
- 3) Petrografik sınıflandırma
- 4) Kökensel sınıflandırma
- 5) Uluslararası sınıflandırma
- 6) Taşkömürü sınıflandırması
- 7) ASTM Amerikan standart kömür sınıflaması

Bu sınıflamalar özetle aşağıda verilmiştir.

3.1. Kimyasal Sınıflandırma

Bitki artıkları ile beraber çökelen bir sedimanın içindeki organik kısımların kömürleşmesi sırasında karbon oranı devamlı artarken azot, hidrojen ve oksijen oranları azalmaktadır. Bu esasa dayanarak kömürler; su, uçucu madde, sabit karbon ve kül miktarlarına göre sınıflandırılmaktadır.

Kimyasal sınıflandırmada kömürler; *turba*, *linyit*, *taşkömürü* ve *antrasit* olmak üzere dört ana gruba ayrılmaktadır. Bu kömürlerin genel karşılaştırması aşağıdaki Tablo 7' de verilmiştir.

Tablo 7. Kömürün Kimyasal Sınıflandırması [3]

Kömür Sınıfı	Renk	Parlaklık	% Nem (Orijinal)	%C (Kuru)	Uçucu Madde	Isıl Değer (Kuru) (kcal/kg)		
Turba	Kahverengi	Mat	75	<60	30-40	<3.500		
Linyit	Yumuşak	Kahverengi	Mat	35-75	60-70	41-49	3.500-4.000	
	Sert	Mat	Koyu kahve	Yarı mat	25-35	70-75	49-53	4.000-5.000
		Parlak	Siyah	Parlak	10-25	71-77	42-49	5.000-7.000
Taşkömürü	Siyah	Parlak	<10	77-90		7.000-8.650		
Antrasit	Siyah	Parlak	<10	>90		>8.000		

Kimyasal sınıflandırmada kullanılan ayırıştırma metotları Tablo 8’ de verilmiştir.

Tablo 8. Kimyasal Sınıflandırma Metotları [3]

METOD	TURBA	LİNYİT	TAŞKÖMÜRÜ
Sulu alkalilerle muamele	Lif, dil ve doku parçaları gibi bitki artıklarını ayırmak mümkündür.	Karakteristik kırmızı kahverengi bir çözelti oluşur. Bitki artıkları ayırt edilemez.	Erimez
Düşük basınç (Elle sıkıştırma)	Suyunun büyük bir kısmını kaybeder	Suyunu kaybetmez	Suyunu kaybetmez
Nem Oranı	> %75	%10 - 75	<%10
Makro ayırıştırma ve bitki artıkları	Gözlenir	Gözlenmez	Gözlenmez
Çizgi rengi	Belirlenemez veya kahverengi	Kahverengi, nadiren siyah	Siyah

3.2. Biyolojik Sınıflandırma

Bu sınıflandırmada kömürleri oluşturan maddelerin botanik özellikleri dikkate alınmaktadır. Bunlar;

1 - Kütin kömürleri: Ana madde bitkilerin kütinize kısımlarıdır. (Kütin, bitkilerin tüm hava yüzeylerini kaplayan bitki kütikülünün ana bileşenleri olan iki mumsu polimerden biridir, diğeri kütandır. Su geçirmez nitelikte çözünmez bir maddedir. Kütin ayrıca, kütikül yapısına yardımcı olan kütikül mumlarını da barındırır [9].)

2 - Linyo-selülozik kömürler: Ana madde bitkilerin linyin ve selülozik kısımlarıdır.

3 - Karışık kömürler: Kütin ve linyo-selülozik kısımların karışımlarından oluşurlar.

4 - Alg kömürleri: Alg yığılımlarının kömürleşmesi ile oluşmuşlardır.

3.3. Petrografik Sınıflandırma

Bu sınıflandırmada, kömürler onları oluşturan maddelerin petrografik özelliğine; *makroskobik, mikroskobik ve kömürleri oluşturan maddelerin cinslerine göre* üç farklı şekilde sınıflandırılmaktadır.

Makroskobik Sınıflandırma, zonlu ve zonsuz olmak üzere iki alt grupta toplanmaktadır. Zonlanma görülen kömürler ile zonlanma veya tabakalanma olmayan kömürler olarak ayrılırlar [3].

Mikroskopik Sınıflandırma, kütin ve linyo-selülozik olmak üzere iki alt grupta sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflama, kömürleşmeye hâkim olan kütinize dokuları ile bünyedeki linyin ve selüloz maddelerine göre yapılmaktadır.

Kömürleri oluşturan maddeler sınıflandırması, maseral gruplarına göre yapılmaktadır. (Maserel, kömürün karakteristik fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip çok sayıda mikroskopik olarak tanınabilir, bireysel organik bileşenlerinden herhangi biri. Maseraller, inorganik kayalardaki minerallere benzerdir, ancak belirli bir kristal yapıdan yoksundurlar [10]) Kendi içerisinde 11 alt grubu bulunmaktadır [3].

3.4. Kökensel Sınıflandırma

Köken özellikleri dikkate alınarak kömürlerin farklı sınıflandırmaları yapılabilir. Bu sınıflandırmada en yaygın kullanılanlar; jeolojik, **oluşum mekanizması ve oluşum havzası** sınıflandırmalarıdır.

Jeolojik sınıflandırma, kömürlerin oluştukları jeolojik zamana bağlı olarak değiştiğini kabul eden bir sınıflandırmadır.

Oluşum mekanizmasına göre sınıflandırma, kömürleri oluşturan floranın kömür havzasına göre konumunu esas alan sınıflandırmadır.

Oluşum havzasına göre sınıflandırma ise, kömürlerin oluştuğu havzanın denizel ortamlarla ilişkisine göre denizden uzak havzalarda (limnik kömürler) ve denizlere yakın, bataklık ortamlarında (paralik kömürler) oluşmuş kömürler olarak sınıflandırma yapmaktadır.

3.5. Uluslararası Sınıflandırmalar

Kömürler, genelde amaca ve özelliklerine göre sınıflandırılırlar. Örneğin, linyitin sınıflandırılmasında yakıt olarak değeri ve kimyasal amaçla kullanılabilirliğini gözetten rutubet ve katran oranı söz konusudur. Özelliklerine göre sınıflandırmada uçucu madde, su, kül, karbon oranları ve ısı değeri en önemli parametrelerdir. Uluslararası genel kömür sınıflandırması Tablo 9' da verilmiştir [3].

Tablo 9. Uluslararası Genel Kömür Sınıflandırması [2]

ULUSLARARASI GENEL KÖMÜR SINIFLANDIRMASI	
SERT KÖMÜRLER	KAHVERENGİ KÖMÜRLER
KOKLAŞABİLİR KÖMÜRLER Yüksek fırınlarda kullanıma uygun kok üretimine izin veren kalitede	ALT BİTÜMLÜ KÖMÜRLER 4.165 – 5.700 kcal/kg arasında kalorifik değerde olup topaklaşma özelliği göstermez.
KOKLAŞMAYAN KÖMÜRLER - Bitümlü Kömürler - Antrasit	LİNYİT 4.165 kcal/kg'ın altında kalorifik değerde olup topaklaşma özelliği göstermez.

Genel sınıflandırmada yer alan kömürlerin özellikleri aşağıdaki Tablo 10' da verilmiştir.

Tablo 10. Genel Sınıflandırmada Yer Alan Kömürlerin Özellikleri [2]

LİNYİT	ALT BİTÜMLÜ KÖMÜRLER	BİTÜMLÜ KÖMÜRLER	ANTRASİT
Kahverengi	Siyah	Koyu siyah	Parlak siyah
Kırılğan, çabuk toz halinde ufalanma	Oksidasyonla veya kurutma sonucunda ince parçalar ve toz halinde ufalanma	Bloksu kırılma	Merceksi kırılma
Masif, odunsu veya üniform kilsli doku	Masif	Bantlı ve kompakt	Sert ve dayanıklı
Isı Değeri; 4.610 kcal/kg'ın altında Uçucu madde miktarı ve nem içeriği yüksek	Isı Değeri; 4.610-6.390 kcal/kg arasında Uçucu madde ve nem içerikleri bitümlü kömürlerden daha yüksek	Isı Değeri; 5.390-7.700 kcal/kg arasında Uçucu madde miktarı ve nem içeriği düşük	Isı Değeri; 7.000 kcal/kg'ın üzerinde Uçucu madde ve nem içerikleri düşük
Düşük sabit karbon içeriği	Sabit karbon içeriği Bitümlü kömürden düşük	Sabit karbon içeriği yüksek	Sabit karbon içeriği yüksek

Uluslararası diğer bir sınıflandırmada kömürlerin bitüm ve nem oranları dikkate alınarak her sınıf için kod numarası verilmiştir. Örneğin 1210 kod numaralı kömürün sınıf numarası 12, grup numarası 10 demektir ve %10-15 bitüm, %30-40 nem bulundurduğu anlaşılır. Üst ısıl değeri 5.700 kcal/kg'dan düşük ve fazla olan kömürlerin uluslararası sınıflandırmaları Tablo 11 ve Tablo 12' de verilmiştir [3].

Tablo 11. Üst Isıl Değeri 5.700 kcal/kg'dan Fazla Olan Kömürler Sınıflandırması [3]

Üst ısı değeri 5.700 kcal/kg'dan fazla olan kömürler		
SINIF NO	UÇUCU MADDE MİKTARI	KÖMÜR CİNSİ
0	0.0 - 3.0	Metaantrasit
1 A	3.0 - 6.5	Antrasit
1 B	6.5 - 10.0	Subantrasit
2	10.0 - 16.0	Uçucu madde oranı düşük bitüm
3	16.0 - 28.0	Uçucu madde oranı orta bitüm
4	28.0 - 46.0	Uçucu madde oranı yüksek bitüm
5	< 46.0	Subbitüm

Tablo 12. Üst Isıl Değeri 5.700 kcal/kg'dan Düşük Olan Kömürler Sınıflandırması [3]

Üst ısı değeri 5.700 kcal/kg'dan düşük olan kömürler							
BİTÜM MİKTARI	GRUP	KOD NUMARALARI					
>25	40	1.040	1.140	1.240	1.340	1.440	1.540
20 - 25	30	1.030	1.130	1.230	1.330	1.430	1.530
15 - 20	20	1.020	1.120	1.220	1.320	1.420	1.520
10 - 15	10	1.010	1.110	1.210	1.310	1.410	1.510
< 10	0	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500
SINIF NUMARASI		10	11	12	13	14	15
NEM MİKTARI (%)		< 20	20-30	30-40	40-50	50-60	>60

3.6. Taşkömürü Sınıflandırması

Almanya'da taşkömürünün sınıflandırılmasında ısı değeri, uçucu madde, karbon, su, kül oranı gibi parametreler dikkate alınmaktadır. Kömürler yanma şekline ve süresine göre isimlendirilir. Yağsız kömür olarak isimlendirilen taşkömürünün karbon oranı %95'dir. Uçucu madde oranı %10'un altındaki yağsız kömürler antrasit olarak geçmektedir. Taşkömürü sınıflandırması aşağıdaki Tablo 13'te yer almaktadır.

Tablo 13. Taşkömürü Sınıflandırması [3]

Kömür türü	Isıl değer (kcal/kg)	Uçucu Madde (%)	Karbon (%)	Su (%)	Kül (%)
Alevli kömür	7.600	38 - 45	82	5	6
Gaz alevli kömür	7.800	33 - 38	82	5	6
Gazlı kömür	8.000	28 - 33	84	5	6
Yağlı kömür	8.400	19 - 28	87	5	6
Az yağlı kömür	8.600	12 - 19	89	3,5	6
Antrasit (Yağsız kömür)	8.800	5 - 12	95	2	6

3.7. ASTM (Amerikan) Sınıflandırması

Turbaların dâhil edilmediği bu sınıflandırmada kömürler karbon ve uçucu madde miktarı ile ısı değerlerine göre sınıflandırılmıştır. Sınıfların ısı değerleri diğer sınıflandırmalardan farklıdır. Amerikan (ASTM) sınıflandırması Tablo 14’de verilmiştir [3].

Tablo 14. ASTM Sınıflandırması [3]

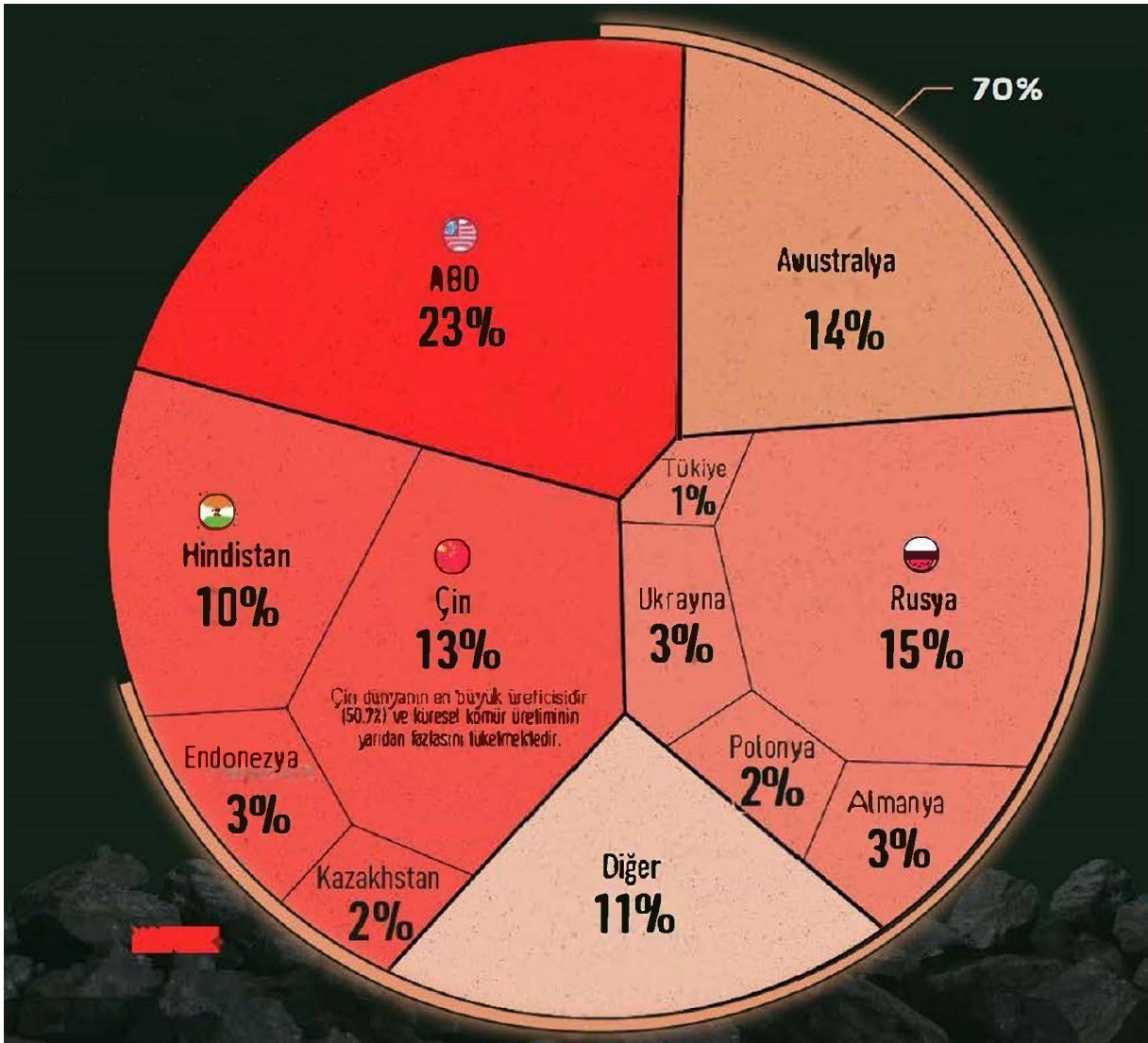
Kömürlerin ASTM sınıflandırması (kuru kömürde)				
GRUP	SINIF	Karbon (%)	UÇUCU MADDE (%)	ISIL DEĞER (kcal/kg)
Antrasit	Metaantrasit	> 98	< 2	-
	Antrasit	92 - 98	2 - 8	-
	Semiantrasit	86 - 92	8 - 14	-
	Düşük Uçu.Mad.	78 - 86	8 - 22	-
Bitümlü kömür	Orta Uçu.Mad.	69 - 78	22 - 31	-
	Yük.Uçu.Mad. A	< 69	> 31	> 7.770
	Yük.Uçu.Mad. B	-	-	7.220 - 7.770
	Yük.Uçu.Mad. C	-	-	6.380 - 7.220
Alt bitümlü kömür	A	-	-	5.830 - 6.380
	B	-	-	5.270 - 5.830
	C	-	-	4.610 - 5.270
Linyit	A	-	-	3.500 - 4.610
	B	-	-	< 3.500

4. REZERV VE KAYNAK DURUMU

4.1. Dünya Rezervleri ve Kaynakları

Diğer fosil yakıtların (petrol, doğal gaz) tersine, kömüre yerkürenin neredeyse her yerinde rastlanmaktadır. Rezerv miktarı açısından bakıldığında dünya kömür rezervlerinin büyük bir bölümü Kuzey Yarım Küre üzerinde bulunmaktadır. Özellikle ABD, Rusya Federasyonu, Çin, Doğu ve Batı Avrupa ülkeleri büyük kömür rezervlerine sahiptir [2]. Şekil 4'te dünya kömür rezervleri yüzdesel dağılımı verilmiştir.

Dünya kanıtlanmış işletilebilir kömür rezervi toplam 1,07 trilyon ton büyüklüğündedir. Bunun 749 milyar tonu antrasit ve bitümlü kömür, 321 milyar tonu alt bitümlü kömür ve linyit kategorisindedir [11].



Şekil 4. Dünya Kömür Rezervleri Yüzdesel Dağılımı [12]

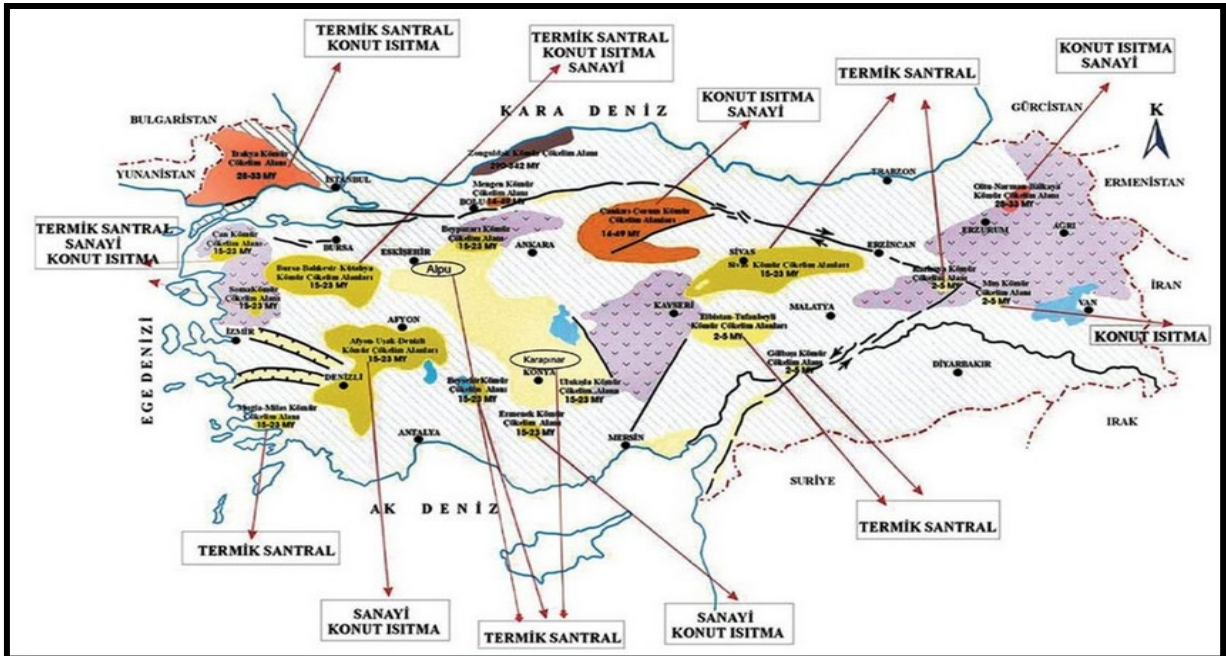
Dünya kömür rezervleri birçok ülkeye yayılsa da önemli rezervler belli ülkelerde yoğunlaşmıştır. ABD, Rusya, Avustralya ve Çin dünya rezervinin 2/3'üne sahiptir.

BP tarafından 2020 yılında yapılan çalışmaya göre 80 civarında ülkede dünya kömür rezervlerinin en büyük kısmı (249,5 milyar ton) ABD'de yer almaktadır. ABD'yi 162,17 milyar ton ile Rusya Federasyonu ve 149,08 milyar ton ile Avustralya izlemektedir. Diğer kömür zengini ülkeler arasında; Çin (141,6 milyar ton), Hindistan (105,9 milyar ton), Endonezya (39,9 milyar ton), Almanya (35,9 milyar ton), Ukrayna (34,4 milyar ton) ve Kazakistan (25,6 milyar ton) bulunmaktadır [12].

4.2. Türkiye Rezervleri ve Kaynakları

Ülkemiz kömür kaynağı ve üretim miktarları açısından linyitte dünya ölçeğinde orta düzeyde, taşkömüründe (antrasit) ise alt düzeyde değerlendirilebilir. Türkiye son zamanda gerçekleştirdiği rezerv güncelleme ve arama çalışmaları ile ülkemizin 19,32 milyar ton linyit ve asfaltit (%92,7) ile 1,52 milyar ton taş kömürüyle (%7,3) birlikte toplam kömür kaynağı yaklaşık 20,84 milyar ton'dur. Toplam dünya linyit kaynağının %8,7'si, linyit ve alt bitümlü kömür kaynağının yaklaşık %3,6'sı ve antrasit dâhil toplam dünya kömür kaynağının yaklaşık %2,1'i ülkemizde bulunmaktadır. Bazı yabancı kaynaklarda bu rakam %1 olarak gösterilmektedir [11].

Ülkemizde önemli kömür sahaları ve potansiyel kullanım alanları Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Ülkemizde Önemli Kömür Sahaları ve Potansiyel Kullanım Alanları [27]

Linyite ülkemizin birçok yerinde rastlanmaktadır. Ülkemizin önemli havzaları ve sahaları aşağıdaki Şekil 6 da gösterilmektedir. Linyit kaynağımızın ısı değerleri 1.000 kcal/kg ile 4.200 kcal/kg arasında değişkenlik göstermekle birlikte yaklaşık %79'unun alt ısı değeri 2.500 kcal/kg'ın altındadır [11]. Linyit kaynaklarımızın ısı değerlerine göre yüzdesel dağılımı Tablo 15' te verilmiştir. Ülkemizde; 2022 yılı itibarıyla 1 adet asfaltit, 46 adet linyit, 4 adet taş kömürü ve 16 adet ithal kömürle çalışan olmak üzere toplam 67 adet kömürle çalışan elektrik üretim santrali bulunmaktadır.



Şekil 6. Ülkemizin Önemli Linyit Havzaları ve Sahaları [1]

Tablo 15. Türkiye Linyit Kaynaklarının Isıl Değerlerine Göre Dağılımı [2]

Isıl değer (kcal/kg)	Genel Linyit Kaynaklarına Göre Oranı (%)
1.000 - 1.150	41
1.150 - 1.500	22
1.500 - 3.000	26
3.000 - 4.000	4
4.000 - 5.000	1
Diğer	6
Toplam	100

Türkiye, dünya taş kömürü rezervleri açısından oldukça fakir bir konumdadır. En önemli taşkömürü kaynağı Zonguldak havzası ve civarındadır. MTA'nın son yıllarda yapmış arama çalışmaları ile göre 736 milyon tonu görünür olmak üzere taşkömürü kaynağımız 1,52 milyar ton'dur. Havzada üretilen taşkömürü kısmen koklaşmaya elverişlidir. Taşkömürlerimizin alt ısıl değeri 5.450-7.250 kcal/kg arasında değişmektedir [2].

Ülkemizde üretilen taşkömürü demir-çelik sanayinde kullanılmaktadır. Ülkemizin demir-çelik üretimi kapasitesi için yeterli olamayan taşkömürü ihtiyacının yaklaşık %88'i ithal yoluyla karşılanmaktadır. Taşkömürü, madencilik sektörümüzde en çok ithal edilen ilk on maden içinde her zaman ilk sırada yer almaktadır. Ülkemiz, 2023 yılında toplam maden ithalatımız içinde 40 milyon ton ve 5,7 milyar \$ değerinde taşkömürü ithal etmiştir [26].

Ülkemizin bitümlü şist yatakları Şekil 7' de verilmiştir.



Şekil 7. Türkiye Bitümlü Şist Yatakları [24]

5. MADENCİLİK, ZENGİNLEŞTİRME VE METALURJİK İŞLEMLER

5.1. Kömür Madenciliği

Kömür üretim yöntemleri genel olarak açık işletme ve yeraltı işletme yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Dünyada enerji talebi artışının kömüre olan talebi büyük miktarda arttırması, açık işletmecilik makina ve ekipman teknolojisinde önemli gelişmeler yaratmıştır. Bu gelişmeler de kömür üretiminde açık işletmecilik yöntemlerinin payını yüksek oranlara çıkarmıştır. Bu oranlar linyit üretiminde %95, taşkömürü üretiminde ise %45 düzeyindedir. Üretim yöntemlerinin seçiminde; örtü tabakası kalınlığı, kaya formasyonlarının sertlik, basınç dayanımı, kazılabilirlik parametreleri, ilk yatırım sermayesi ve birim üretim maliyetleri belirleyici olmaktadır. Her üretim yöntemi de kendi içinde farklı üretim sistemlerinin uygulanmasını içermektedir.

5.1.1. Açık işletme yöntemi

a) Sürekli Madencilik Sistemi: Bu sistemde hem örtü kazısı hem de kömür kazısı döner kepçeli ekskavatörler ve/veya zincirli kovalı ekskavatörlerle yapılmaktadır. Örtü malzemeleri ve kömür nakliyatı ise bantlı konveyör, demiryolu veya nadiren kamyonlarla yapılmaktadır. Bant konveyör nakliyatında uç noktalarda dökücü makinalar kullanılmaktadır. Demiryolu ve kamyon uygulamasında ise, doğrudan döküm yanında, işletme yakınında ara tumbalar oluşturulmakta ve buradan tekrar bant konveyörle nakliyat da yapılmaktadır.

b) Süreksiz İşletme Sistemi: Sistemin ana makinaları dragline, elektrikli ve hidrolik ekskavatör, yükleyici ve kamyonlardır. Dragline uygulaması daha çok örtü kalınlığı ince olan açık işletmelerde yaygın olup bu amaçla geliştirilmiştir. ABD, Avusturalya ve Güney Afrika'daki uygulamalar bu türdendir.

5.2.2. Yeraltı işletme yöntemi

Yeraltı işletme yöntemleri de açık işletmecilikte olduğu gibi, kömür damarının yapısı (kalınlık, eğim, sertlik, uzunluk vb.), yan kayaçların yapısı, tektonizma, hava sıcaklığı, metan gazı içeriği, günlük üretim, drenaj vb. kistaslar yönünden çeşitlilik gösterir [7]. En yaygın olarak kullanılan yeraltı işletme yöntemlerini şöyle sıralanabilir:

- ✓ Uzun kazı arınlı üretim yöntemi,
- ✓ Kısa kazı arınlı üretim yöntemi,
- ✓ Topuklu üretim yöntemi,
- ✓ Oda üretim yöntemi.

Yeraltı üretimine ait örnek görsel Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Yeraltı Üretimi [13]

5.2. Kömür Hazırlama

Kömürlerin nitelikleri uygulanan fiziksel, kimyasal ve ısı işlemlerle değiştirilmekte, sanayi ve ısınma amaçlı kullanıma en uygun, havayı en az kirleten, külü, kükürtü ve rutubeti azaltılmış ve kalorisi yükseltilmiş olarak kullanıma sunulmaktadır. Kömürlerin iyileştirilmesine yönelik fiziksel, kimyasal ve ısı işlem yöntemleriyle, yıkanmış kömür, kok, gaz, semikok, biriket, pulverize kömür ve sıvı yakıt gibi ürünler elde edilmektedir.

5.3. Fiziksel Yöntemlerle Zenginleştirme

Fiziksel yöntemlerle zenginleştirme, yıkama tesislerinde (lavvar), düşük mineral madde ihtiva eden kömür parçacıklarının, yüksek mineral madde ihtiva eden parçacıklardan, yoğunluk farkına dayanarak ayrılması işlemidir.

Kömür hazırlama, kırma, iri kömürün temizlenmesi, ince kömürün temizlenmesi, şlamın temizlenmesi ve mikslerin kırılarak temizlenmesi olmak üzere beş seviyede yapılmaktadır.

5.3.1. Briketleme

Briketler, organik ve inorganik bağlayıcılarla ve bağlayıcısız olarak üretilebilmektedir. Kömür katranı ve zifti, petrol bitümü ve asfaltı, odun katranı, sentetik ve doğal reçine, nişasta, sülfite likörü, şekerler, melaslar, selüloz bileşikleri ve zamk gibi katkı maddeleri kömür briketlemede bağlayıcı olarak yaygın kullanım alanı bulmuşlardır. Organik bağlayıcılara karşın daha ekonomik olan inorganik bağlayıcılar arasında çimento, kil, kireç, magnezyum oksit, jips,

sodyum ve diğerk alkali silikatlar bulun- makta olup kömür briketlemede yaygın kullanım alanları bulunmamaktadır. Ayrıca organik ve inorganik bağlayıcıların günümüzde müştereken kullanıldığı görülmektedir.

Briketleme, uygulanan sıcaklığa göre sıcak veya soğuk, kullanım amacına göre sanayi ve ev yakıtı, uygulanan yöntemeye göre katkılı veya katkısız olarak yapılmaktadır [7].

5.3.2. Metalürjik işlemler (Koklaştırma, Gazlaştırma ve Sıvılaştırma)

Demir-Çelik endüstrisinde yüksek fırınlarda kullanılan kok, taşkömürünün havasız bir ortamda ısıtılarak uçucu maddelerinin ayrılarak sert ve gözenekli yapıda, karbon oranı yüksek ürünler haline getirilmesiyle elde edilmektedir. Koklaştırma, 550 °C-900 °C arasında yüksek ısı işlem uygulamasıyla gerçekleştirilmektedir. Koklaştırma işleminde ana ürün kok, yan ürünler ise kok gazı, amonyak, katran ve hafif yağlardır. Kömürün, oksijensiz (veya inert) ortamda ısıtılması ile karbon içeriğinin yükseltilmesine karbonizasyon veya koklaşma adı verilmektedir. Kömür havasız ortamda ısıtıldığında yapısında ki organik gruplar parçalanarak gaz ve yoğunlaşabilir katran olarak kömürden ayrılmaktadır Bu durum da kömürün karbon yüzdesinin artmasına yol açmakta ve elde edilen karbon yüzdesi çok yüksek olan katı maddeye de kok denmektedir.

Kömürlerin ısı işlemeye tabi tutulması esnasında, katran çıkışı (sıvı ürünler) 550°C-600°C arasında son bulurken, gaz çıkışı 900°C-1.000°C'a kadar devam etmektedir. Eğer karbonizasyonun amacı sıvı ürün eldesi ise, o takdirde 600°C'ye kadar ısıtmak yeterlidir. Ancak hedef metalürjik prosesler için kok üretimi ise, karbonizasyon sıcaklığı yüksek 900°C-1.000°C'de tutulmaktadır

Gazlaştırma teknolojileri ile kömür, buhar, hava, oksijen ve hidrojen ile tepkimeye sokularak gaz ürünler elde edilmektedir. Üretilen gazların bileşim ve miktarı, kömürün cinsi ve aktivitesine, kullanılan gazların türüne ve uygulanan gazlaştırma işlemine (basınç, sıcaklık, vb.) bağlıdır. Gazlaştırma işleminde gazlaştırma süreçlerine göre çok çeşitli metotlara dayalı tesisler geliştirilmiş bulunmaktadır.

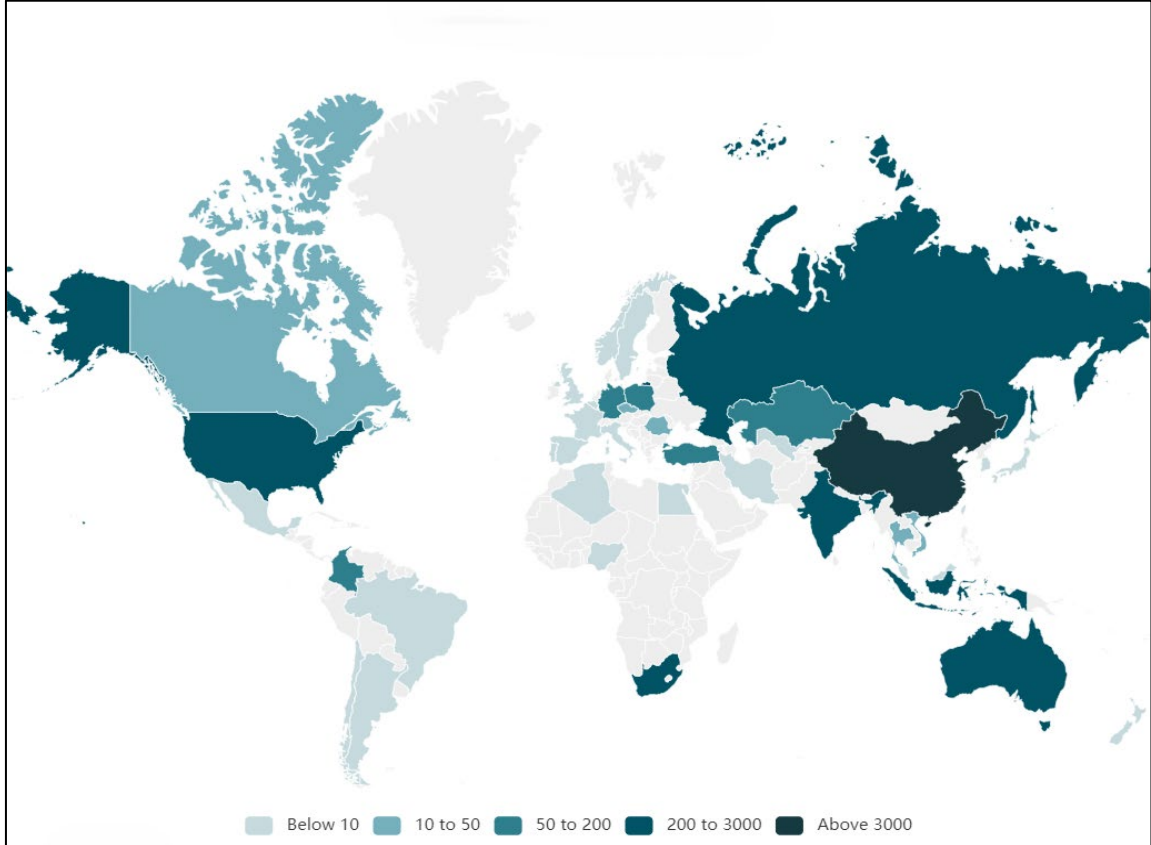
Sıvılaştırma işlemi, kömürün gerek sıvı yakıt gerekse kimyasal hammadde gereksinimlerini karşılamak üzere, yüksek enerji yoğunluğu olan, kolayca depolanıp taşınabilecek ve çevre kirliliği yaratmayacak sıvılara dönüştürülmesidir [7].

6. ÜRETİM DURUMU

6.1. Dünyada Üretim Miktarı

Dünya kömür üretimi 2023 yılında 8,9 Milyar ton olmuştur. Çin, 1990 yılından beri dünya kömür üretiminin yaklaşık %50'sini yapmaktadır. Üretim miktarı 2023 yılında yaklaşık %53'e ulaşmıştır. Dünya kömür üretim dağılımı Tablo 16 da verilmiştir. Şekil 9' da yılda 10 milyon ton az ve 3 milyar ton üzerinde kömür üreten ülkeler verilmiştir.

Şekil 9. Dünya Kömür Üretimi Haritası [14]



Tablo 16. Dünya Kömür Üretimi Dağılımı [14]

Ülkeler	Üretim (Milyon Ton)
Çin	4.705
Hindistan	1.045
Endonezya	752
ABD	528
Avustralya	439
Rusya	429
G. Afrika	222
Kazakistan	109
Türkiye	83
Diğer	588
Toplam	8.900

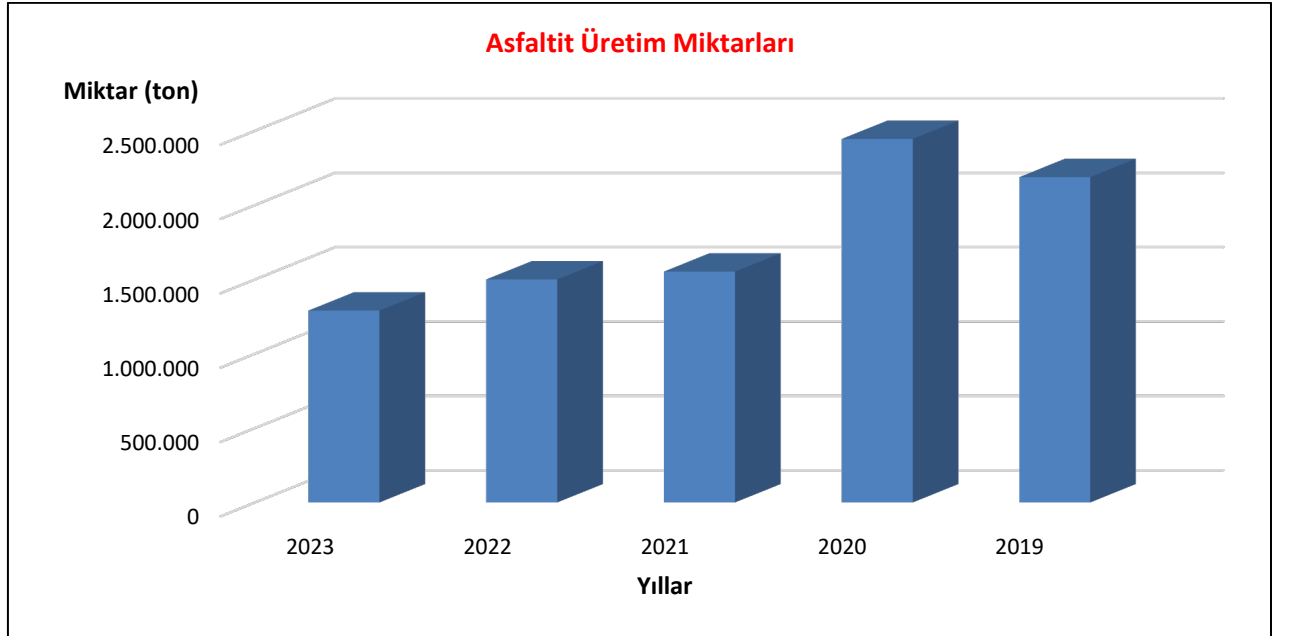
6.2. Türkiye’de Üretim Miktarı

Ülkemiz kamu ve özel sektör dâhil olmak üzere 2023 yılında toplamda 83.329.165 ton kömür (asfaltit, bitümlü şist, linyit ve taşkömürü) üretmiştir. Ülkemizin 2019 ila 2023 yılları arasındaki kömür üretim miktarları Tablo 17’ de verilmiştir. Bu verilere ait diğer bilgiler; Şekil 10 ila Şekil 15’ te gösterilmiştir [15].

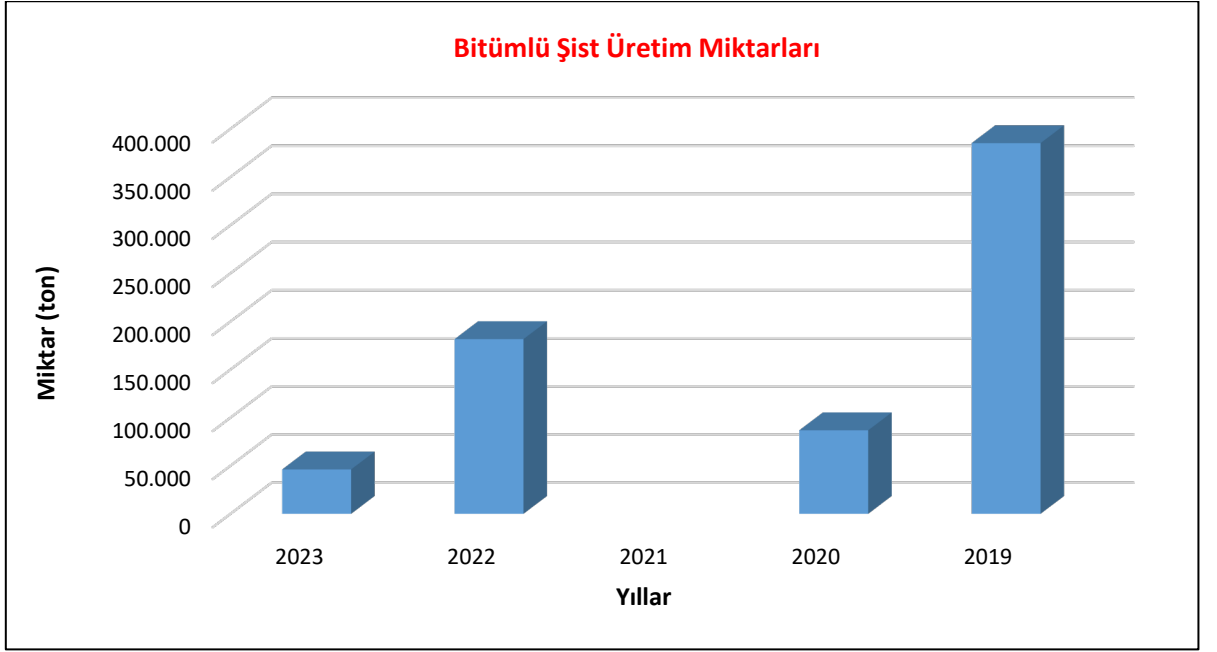
Tablo 17. Yıllara Göre Türkiye'nin Kömür Üretim Miktarları [15]

KÖMÜR ÜRETİM MİKTARLARI (ton)						
Maden Adı	Kurum	2023	2022	2021	2020	2019
Asfaltit		1.290.309	1.499.605	1.552.566	2.444.416	2.187.974
Bitümlü Şist		46.134	181.625	-	86.837	385.165
Linyit	EÜAŞ	9.464.867	23.982.157	19.249.189	15.419.856	20.137.855
	TKİ	19.057.607	28.882.230	32.419.401	29.569.004	28.629.988
	Diğer Kamu*	226.517	303.617	326.889	1.574.208	120.722
	Özel Sektör	51.730.001	48.929.450	38.784.557	38.248.452	44.104.896
	Toplam		80.478.995	102.097.456	90.780.036	84.811.522
Taş kömürü	TTK + Rödovansçılar	1.423.726	1.794.712	1.726.109	1.613.624	1.805.118
GENEL TOPLAM		83.329.165	105.573.399	94.058.712	88.956.400	97.371.718

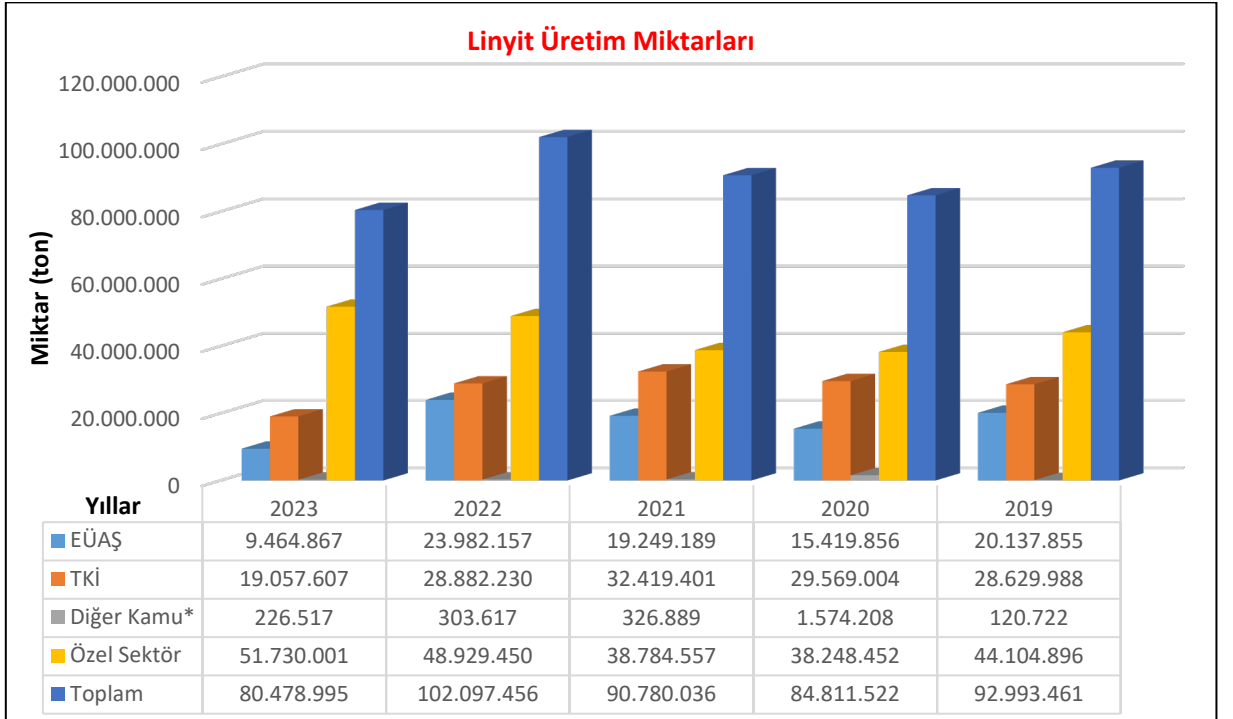
*: "Belediye", "İl Özel İdareleri" ve benzerleri "Diğer Kamu" başlığı altında verilmiştir.



Şekil 10. Yıllara Göre Türkiye'nin Asfaltit Üretimi [15]



Şekil 11. Yıllara Göre Türkiye'nin Bitümlü Şist Üretim Miktarları [15]



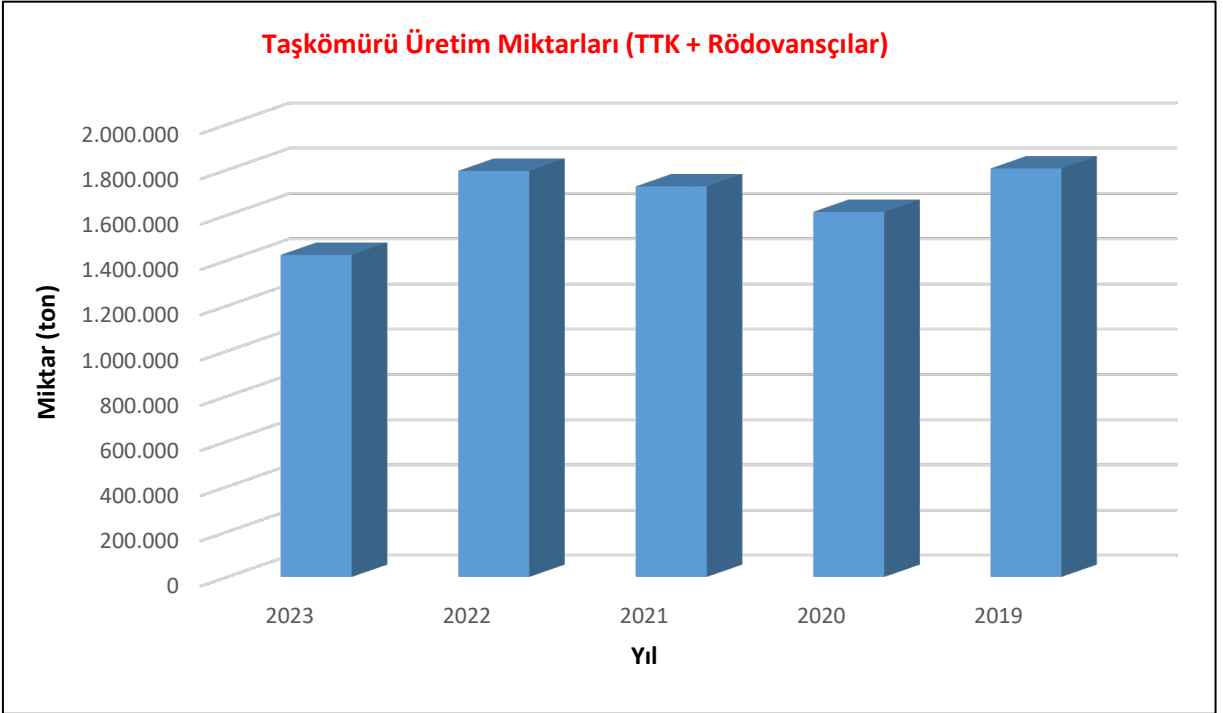
*: "Belediye", "İl Özel İdareleri" ve benzerleri "Diğer Kamu" başlığı altında toplanmıştır.

Şekil 12. Yıllara Göre Türkiye'nin Linyit Üretim Miktarları [15]

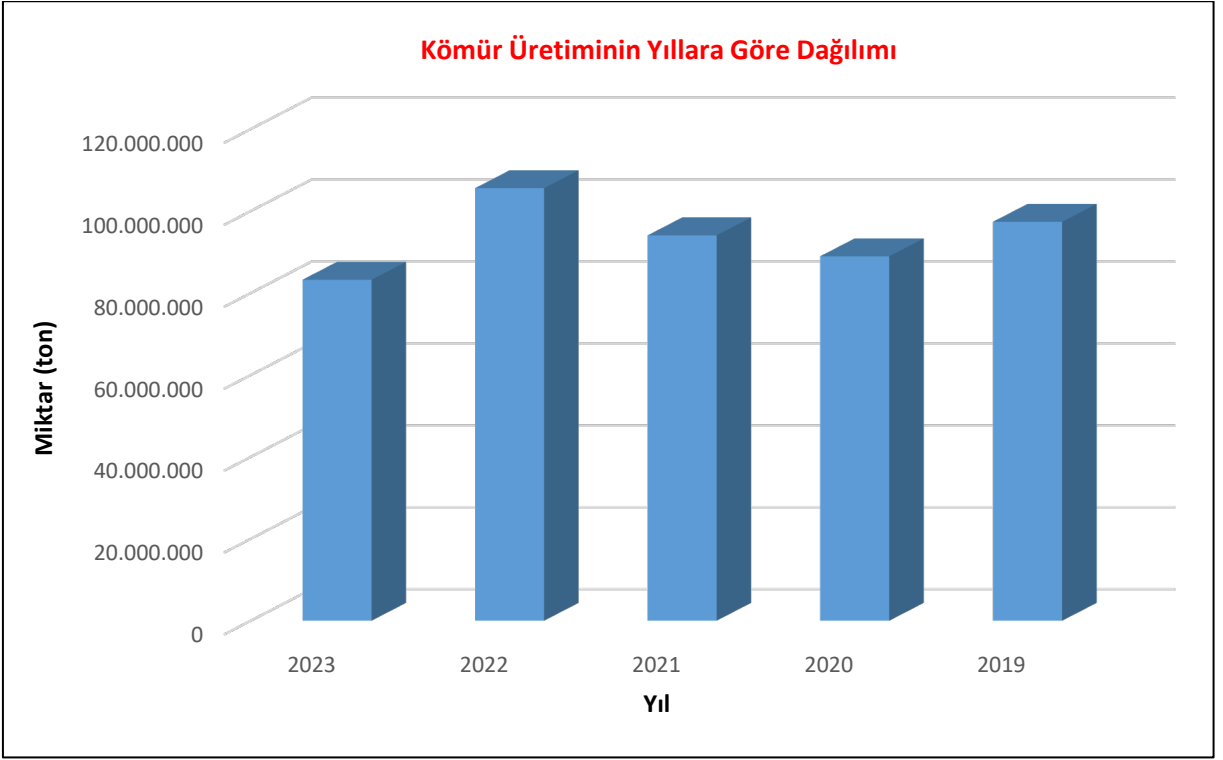


*: "Belediye", "İl Özel İdareleri" ve benzerleri "Diğer Kamu" başlığı altında toplanmıştır.

Şekil 13. Linyit Üretim Dağılım Yüzdesi [15]



Şekil 14. Yıllara Göre Türkiye'nin Taşkömürü Üretim Miktarları [15]



Şekil 15. Yıllara Göre Türkiye'nin Toplam Kömür Üretim Miktarları [15]

6.3. Dünyada Üretim Yapan Şirketler

China Shenhua Energy, Ocak 2024 itibariyle yaklaşık 101 milyar ABD doları ile dünyadaki tüm kömür madenciliği şirketleri arasında en büyük piyasa değerine sahiptir. İsviçre merkezli çok uluslu madencilik şirketi Glencore (kömür madenciliğini de içeren bir portföye sahip), o tarihte yaklaşık 60 milyar ABD doları piyasa değeri ile bu listede ikinci sırada yer almaktadır. Piyasa değerine göre dünyada kömür üretimi yapan ilk on şirket aşağıdaki Tablo 18 de verilmiştir [16] [23].

No	Firma	Piyasa Değeri (Milyar \$)	Ülkesi
1	China Shenhua Energy	101.29	Çin
2	Glencore	60.78	İsviçre
3	Coal India	36.24	Hindistan
4	Yakuang Energy	15.50	Çin
5	Soul Patts	8.20	Avustralya
6	Adora Energy	7.34	Endonezya
7	United Tractors	6.23	Endonezya
8	Yancoal	4.81	Avustralya
9	White Heaven Coal	3.29	Avustralya
10	Alliance Resorce Partners	3.04	ABD

Tablo 18. Dünyada Kömür Üretimi Yapan İlk On Şirket [16]

6.4. Türkiye’de Üretim Yapan Şirketler

Kömür, üç kamu iktisadi teşebbüsü -Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ), Elektrik Üretim A.Ş (EÜAŞ) ve Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) ve bazıları kamu iktisadi teşebbüsleriyle sözleşmeli olmak üzere sayıları giderek artan özel şirketler tarafından çıkarılmaktadır.

Türkiye Taşkömürü Kurumu, 1983 yılında 96 sayılı kanun hükmünde kararname (KHK) ile kurulmuştur. Kurumun amacı taşkömürü madenciliğidir. Kuruma bağlı 5 adet müessese vardır. Bunlar Armutçuk Müessesesi, Kozlu Müessesesi, Üzülmaz Müessesesi, Karadon Müessesesi, Amasra Müessesesi'dir.

6.5. Uluslararası Birlikler (Kuruluşlar)

Dünya Kömür Enstitüsü (WCI) 2010 yılına kadar bu ad ile adlandırılmış, bu tarihten 2023 yılına kadar da Dünya Kömür Birliği (WCA) olarak faaliyet göstermiştir. Günümüzde (Kasım 2023) Future Coal adı ile faaliyet göstermektedir. Merkezi İngiltere Londra’da bulunan, kâr amacı gütmeyen uluslararası bir sivil toplum kuruluşudur. Küresel kömür endüstrisini temsil etmek üzere kurulmuştur.

Önde gelen uluslararası kömür üreticileri ve paydaşlarından oluşan küresel bir birliğidir. Uluslararası enerji ve çevre politikaları oluşturmak, lobi faaliyetleri yürütmek, karar vericilere kömürle ilgili bilgiler sunmanın yanı sıra, kömür kullanımının faydaları ve sorunları hakkında kamuoyuna ve eğitim kuruluşlarına bilgi sağlamaktadır. Ayrıca temiz kömür teknolojilerini de teşvik etmektedir. Birlik, kömürün sürdürülebilir ve daha düşük karbonlu bir enerji geleceğine ulaşmada oynadığı rolü göstermek ve kabul ettirmek için çalışmaktadır.

Birlik; düzenli politika analizleri, çalıştayları, medya güncellemeleri ve stratejik araştırmaları, küresel kömür endüstrisi ve bu endüstrinin enerji, iklim ve sürdürülebilir kalkınma konularındaki rolü hakkında en üst düzeyde bilgiye erişim sağlamaktadır. Türkiye dahil olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde faaldir. Birliğin bazı önemli üyeleri aşağıda verilmiştir [17].

- American Coal Council (ACC)
- Associação Brasileira de Carvão Mineral
- China National Coal Association
- Coal Association of Canada (CAC)
- Coal Association of New Zealand

- Colombian Mining Association
- FFF Carbon (FFF-C)
- Japan Carbon Frontier Organization (JCOAL)
- Minerals Council of Australia
- Minerals Council South Africa
- Ministry of Mines and Mining Development – Zimbabwe
- Mongolian Coal Association
- National Mining Association (NMA)
- Queensland Resources Council
- South African Colliery Manager’s Association

7. KÖMÜR TİCARETİ

Uluslararası ticarete konu olan tüm mallar; malın bileşimindeki maddelere göre, kullanım alanı veya amacı ile imalat ve işleme derecesine göre Dünya Gümrük Örgütü tarafından Armonize Sistemde (Harmonized System) fasıllar halinde gruplandırılırlar. Armonize Sistemin, kullanıcı ülkelerin kendi ulusal ihtiyaçlarına göre alt açılımlar yapmasına imkân veren bir mimarisi vardır. Bir ürünün ülkemizin tarife sınıflandırmasındaki yerini belirleyen 12 basamaklı koduna Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu (GTİP) adı verilir. GTİP, dünya gümrük örgütünden alınan bir koddur. Bu kodlar standart hale getirilmiş olan Armonize sistemden alınmaktadır. Bu kod sayesinde tüm dünyada bulunan ürünlerin sınıflandırılması kolay bir şekilde yapılmaktadır.

Ülkemiz; 2701 GTIP kodu ile “**Taşkömürü**”, 2702 GTIP kodu ile “**Linyit**”, 2703 GTIP kodu ile “**Turba**”, 2704 GTIP kodu ile “**Koklaşabilir Kömürler**” ve 2714 GTIP kodu ile “**Bitümler**” ithal ve ihraç etmektedir. Bu GTIP kodlarına ait detaylar aşağıdaki Tablo 19’da yer almaktadır.



Şekil 16. Temsili Dış Ticaret Görseli [18]

Tablo 19. Kömür GTİP Numaraları [2]

GTİP NO	TAŞKÖMÜRÜ
270111100000	UCUÇU MADDE LİMİTİ %10'U GEÇMEYENLER (ANTRASİT)
270111900000	DİĞERLERİ (ANTRASİT)
270112100000	KOKLUK TAŞKÖMÜRÜ (BİTÜMENLİ TAŞKÖMÜRÜ)
270112900000	DİĞERLERİ (BİTÜMENLİ TAŞKÖMÜRÜ)
270119000000	DİĞER TAŞKÖMÜRLERİ
270120000011	BRİKETLER
270120000012	TOPRAKLAR
270120000019	DİĞERLERİ
GTİP NO	LİNYİT
270210000000	LİNYİT (AGLOMERE EDİLMEMİŞ)
270220000000	AGLOMERE LİNYİT
GTİP NO	TURBA
270300000011	TARIMDA KULLANILAN TURBA
270300000012	TARIMDA KULLANILAN AGLOMERE TURBA
270300000019	DİĞERLERİ
GTİP NO	KOKLAŞABİLİR KÖMÜRLER
270400110000	TAŞKÖMÜRÜNDEN ELDE EDİLEN KOK (ELEKTROT İMALİ İÇİN)
270400191000	YÜKSEK EVSAFLI KOK
270400199000	DİĞER TAŞKÖMÜRÜNDEN ELDE EDİLEN KOK
270400300000	LİNYİTTEN ELDE EDİLEN KOK VE SÖMİ KOK (DÜŞÜK SICAKLIK KOKU)
270400901000	KARNİ KÖMÜRÜ (YÜKSEK ORANDA KARBON İÇEREN FIRIN KOK KÖMÜRÜ)
270400909000	DİĞER LİNYİTTEN ELDE EDİLEN KOK
GTİP NO	BİTÜMLER
271410000000	BİTÜMENLİ/YAGLI ŞİST VE KATRANLI KUMLAR
271490000011	TABİİ BİTÜMEN
271490000012	TABİİ ASFALT
271490000013	ASFALTLI KAYALAR
271490000014	ASFALTİTLER
271490000019	TABİİ BİTÜMENLİ DİĞER MADDELER
271500000000	BİTÜMENLİ KARIŞIMLAR

7.1. Pazar/ Piyasa ve Fiyat Durumu

Dünya kömür ticaretinin hacmi yaklaşık 193 Milyar \$'dır. Avustralya 83 Milyar \$'lık ihracatı ile ihracat hacminin %40'ın dan fazlasını tek başına karşılar. Dünya kömür ihracatı pazarı az sayıda önemli figürlerden oluşur. Bu yüzden pazar yoğunlaşması görülmektedir. İhracatta kritik ülke sayısı 6 olarak tespit edilmiştir [7] [18].

Dünya kömür ithal eden ülkeler arasında Japonya, Kore ve Tayvan gibi önemli rezervleri olmayan ülkelerin yanı sıra Hindistan ve Çin gibi ülkeler de önemli rezervlere sahip ülkeler de vardır. Pazarın yapısı rekabetçidir ve endeks değerler düşüktür. Türkiye yaklaşık 6 Milyar \$'lık ithalatı ile 9.sıradadır.

Kolombiya, Rusya, ABD ve Avustralya, ülkemizin en önemli tedarikçilerdirler ve toplam ithalatın yaklaşık %90'ından sorumludurlar. Pazar, oligopol (*oligopol, genelde 2, 3 veya 4 oyuncunun -üretici, aracı veya satıcı- hakimiyetinde şekillenen piyasa, takım tekeli*) bir yapıdadır. Bu durum ülkemiz için risk teşkil etmektedir [7].

Dünya piyasasında kömür fiyatları Eylül 2019 da 55,14 USD/ton iken 2022 yılının Eylül ayında pik yaparak 442 USD/ton'a çıkmıştır. Eylül 2023 itibariyle kömürün ton fiyatı 119,65 USD ye gerilemiştir. Kömür fiyatlarının yakın gelecekte 2025-2030 yıllarında 115 ila 119 USD/ton arasında olacağı öngörülmektedir [18].

7.2. Dünya İthalat ve İhracat

İthalat

Dünyada en çok kömür ithal eden ülkelerin 2022 yılına ait miktarsal dağılımlar aşağıdaki Tablo 20' de verilmiştir. Ülkemiz kömür ithalatında 2022 yılında sekizinci sırada yer almıştır.

Tablo 20. Dünyada Kömür İthal Eden Ülkeler (2022) [19]

Ülkeler	Miktar (Milyon Ton)
Çin	345
Hindistan	234
Japonya	209
Güney Kore	133
Tayvan	70
Almanya	47
Vietnam	44
Türkiye	41
Filipinler	34

İhracat

Dünyada en çok kömür ihraç eden ülkelerin 2023 yılına ait yüzdesel dağılımlar aşağıdaki Tablo 21' de verilmiştir.

Tablo 21. Dünyada Kömür İhraç Eden Ülkeler (2023) [20]

Ülkeler	Miktar (%)
Avustralya	33,9
Hindistan	18,2
Rusya	16,2
ABD	8,1
Kanada	4,7
Moğolistan	4,6
Kolombiya	4,2
Güney Afrika	4,1
Mozambik	0,9
Hollanda	0,7

7.3. Türkiye’de İthalat ve İhracat

Ülkemizin 2023 yılındaki maden dış ticaretindeki ihracatın %37,73’ü metalik cevherler, %37’si doğal taşlar, %22,68’i endüstriyel hammaddeler ve %2,60’ı enerji hammaddelerinden oluşmaktadır. Maden dış ticaretindeki ithalatın %75,13’si enerji hammaddeleri, %15,17’si metalik cevherler, %8,51’i endüstriyel hammaddeler ve %1,19’u doğal taşlardan oluşmaktadır. 2023 yılında en fazla ithal edilen maden grubu 41,19 milyon ton ve 6 milyar \$ ile enerji hammaddeleri olmuştur [15].

TÜİK verilerine göre 2023 yılında 232.215.312.209\$ olan ülkemiz toplam ihracatından %2,26 oranında pay alan madencilik sektörü ihracatı, 2022 yılına göre %11,90 oranında azalarak 5.255.446.165\$ olarak gerçekleşmiştir. Ülkemizin 2023 yılı itibariyle yapmış olduğu kömür ihracatı ve ithalatı aşağıdaki Tablo 22’ de verilmiştir.

Tablo 22. Türkiye'nin 2023 Yılı İhracat ve İthalat Miktar ve Değerleri [15]

ENERJİ HAMMADELERİ	İHRACAT (2023)		İTHALAT (2023)	
	MİKTAR (TON)	DEĞER (\$)	MİKTAR (TON)	DEĞER (\$)
LİNYİT	11.429	2.088.658	0,002	324
TURBA	7.712	1.870.428	89.055	22.286.168
KOKLAŞABİLİR KÖMÜRLER	238.040	70.005.876	911.150	284.685.052
BİTÜMLER	3.450	3.129.065	3.404	3.709.440
TOPLAM	664.986	136.796.795	41.197.753	6.031.638.855

7.3.1. Türkiye'nin kömür ithalatı

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2023 yılında 339.053.071.567\$ olan ülkemiz toplam ithalatından %2,36 oranında pay alan madencilik sektörü ithalatı, 2022 yılına göre %31,11 oranında azalarak 8.028.131.768\$ olarak gerçekleşmiştir.

Maden ithalatının %75,13'si enerji hammaddeleri, %15,17'si metalik cevherler, %8,51'i endüstriyel hammaddeler ve %1,19'u doğal taşlardan oluşmaktadır. 2023 yılında en fazla ithal edilen maden grubu 41,19 milyon ton ve 6 milyar \$ ile enerji hammaddeleri olmuştur. Bu maden grubunu sırasıyla 9 milyon ton ve 1,2 milyar \$ ile metalik cevherler, 3 milyon ton ve yaklaşık 683 milyon \$ ile endüstriyel hammaddeler ve 304 bin ton ve 95,8 milyon \$ ile doğal taşlar takip etmiştir.

Maden ithalatının değer (\$) bazında ilk on madenini incelediğimizde sıralama; taşkömürü 40 milyon ton ve 5,7 milyar \$ ile 2023 yılında toplam maden ithalatı içinde en fazla ithal edilen maden olmuştur. Demir cevheri 8,47 milyon ton ve 1,06 milyar \$ ile ikinci sırada yer almıştır. Koklaşabilir kömürler de 911 bin ton ve 285 milyon \$ ile üçüncü sırada bulunmaktadır. Ülkemizin maden ithalatındaki ilk on maden aşağıdaki Tablo 23' te verilmiştir [15].

Tablo 23. Maden İthalatımızdaki İlk On Maden Sıralaması (2023) [15]

İTHALATTA İLK ON MADEN		
MADENLER	MİKTAR (TON)	DEĞER (\$)
<i>TAŞKÖMÜRÜ</i>	<i>40.194.144</i>	<i>5.720.957.871</i>
DEMİR CEVHERİ	8.478.986	1.060.873.366
<i>KOKLAŞABİLİR KÖMÜRLER</i>	<i>911.150</i>	<i>284.685.052</i>
KIYMETLİ TAŞLAR	386.301 KARAT 67	149.612.275
FOSFATLAR	746.118	98.941.763
KAOLİN VE KAOLİNLİ KİLLER	361.827	89.192.566
DİĞER ENDÜSTRİ MİNERALLERİ	40.632	75.339.110
MANYEZİT	78.553	63.099.215
DEMİR VEYA ÇELİĞİN İMALİNDEN ELDE EDİLEN DÖKÜNTÜLER, CÜRUF VE MOLOZLAR	422.163	53.150.838
GRANİT İŞLENMİŞ	181.706	51.570.915
DİĞER MADENLER (54*)	2.199.244	380.708.797
GENEL TOPLAM	53.614.592	8.028.131.768

* Maden sayısıdır.

Enerji Hammaddeleri; 2023 yılı enerji hammaddeleri ithalatı toplamda, 2022 yılına göre %32,85 oranında azalarak 6.031.638.855\$ olmuştur. İthalat değerleri; taş kömürü 5,7 milyar \$, turba 22 milyon \$ ve koklaşabilir kömürler 284 milyon \$'dır. 2023 yılında enerji hammaddeleri ithalatı yaptığımız ülkeler Tablo 24'te verilmiştir. İthalatı yapılan enerji hammaddelerinin ayrı ayrı değerlendirildiği veriler; Tablo 25 ve Tablo 26 ile Şekil 17 ve Şekil 18' de verilmiştir.

Tablo 24. Enerji Hammaddeleri İthalatı Yapılan Ülkeler (2023) [15]

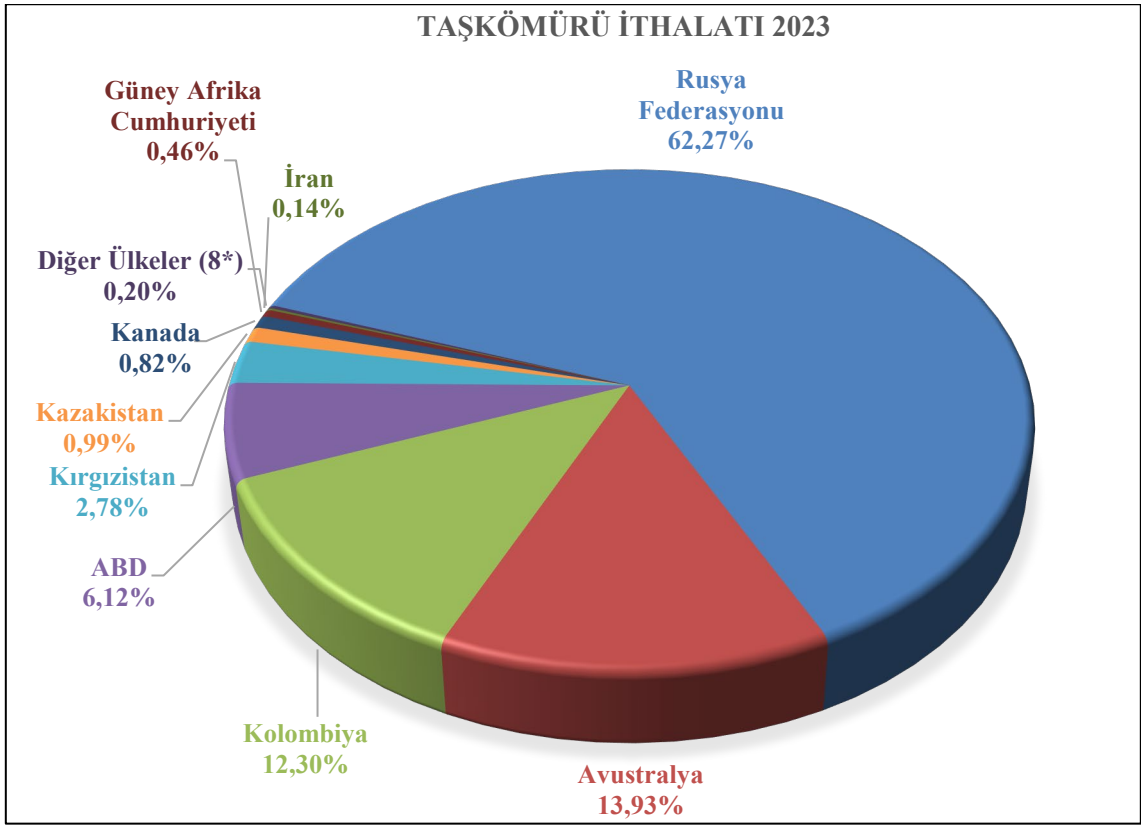
ÜLKELER	İTHALAT MİKTAR (TON)	İTHALAT DEĞER (\$)
Rusya Federasyonu	28.987.582	3.648.412.582
Kolombiya	5.551.787	820.334.792
Avustralya	3.240.924	796.805.897
ABD	1.323.384	350.361.158
Kırgızistan	873.121	158.812.207
Kazakistan	467.520	56.967.074
Kanada	161.512	46.747.194
İtalya	99.152	39.945.710
Güney Afrika Cumhuriyeti	173.160	26.339.531
Diğer Ülkeler (32*)	319.611	86.912.710
Genel Toplam	41.197.753	6.031.638.855

* Ülke sayısı

Tablo 25. Türkiye'nin Taşkömürü İthalatı (2023) [15]

ÜLKELER	TAŞKÖMÜRÜ İTHALAT (2023)		
	MİKTAR (TON)	DEĞER (\$)	TOPLAMDAKİ DEĞERE GÖRE PAYI (%)
Rusya Federasyonu	28.625.625	3.562.426.348	62,27%
Avustralya	3.240.924	796.805.897	13,93%
Kolombiya	5.228.223	703.556.032	12,30%
ABD	1.323.286	350.158.662	6,12%
Kırgızistan	873.121	158.812.207	2,78%
Kazakistan	466.670	56.853.174	0,99%
Kanada	161.512	46.747.194	0,82%
Güney Afrika Cumhuriyeti	173.160	26.339.067	0,46%
İran	55.580	7.895.105	0,14%
Diğer Ülkeler (8*)	46.042	11.364.185	0,20%
Genel Toplam	40.194.144	5.720.957.871	100%

*Ülkeler sayısıdır.

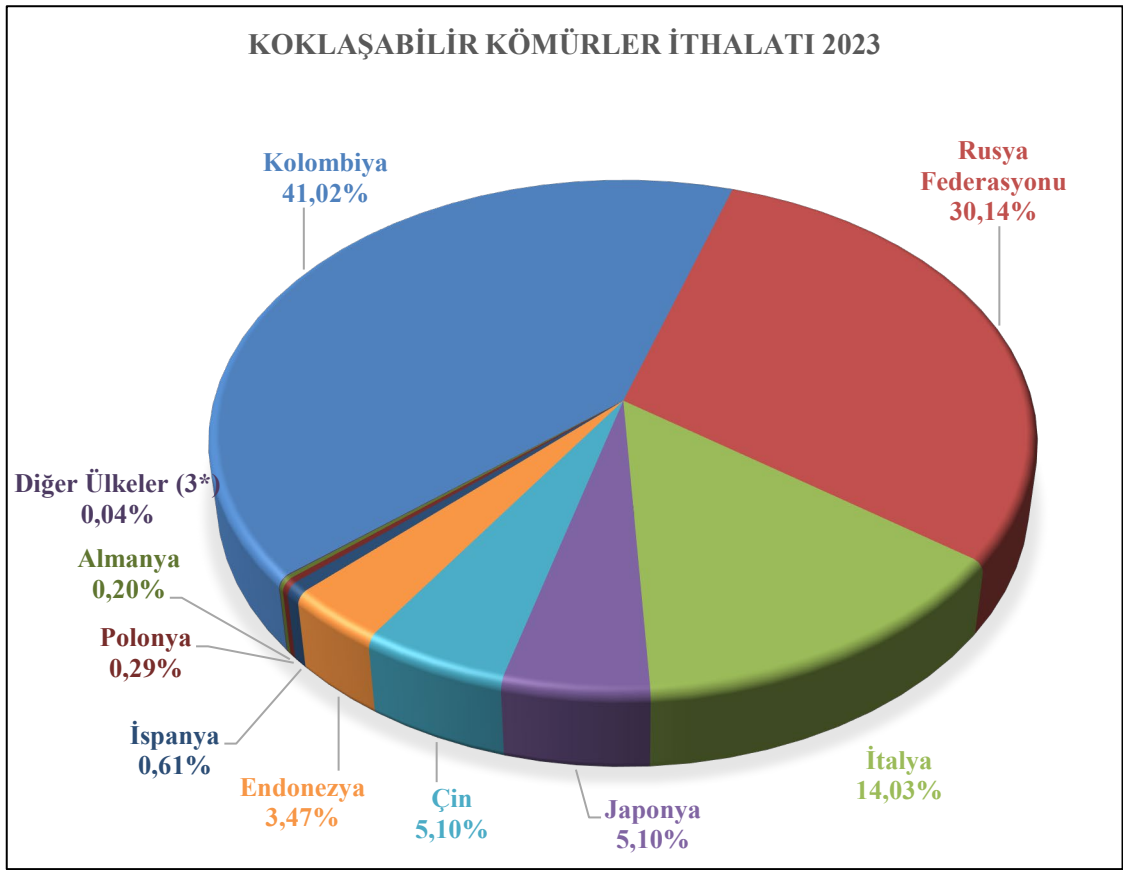


Şekil 17. Türkiye'nin Taşkömürü İthalatı Yüzdesele Dağılımı [15]

Tablo 26. Türkiye'nin Koklaşabilir Kömür İthalatı 2023 [15]

ÜLKELER	KOKLAŞABİLİR KÖMÜRLER İTHALAT (2023)		
	MİKTAR (TON)	DEĞER (\$)	TOPLAMDAKİ DEĞERE GÖRE PAY (%)
Kolombiya	323.564	116.778.760	41,02%
Rusya Federasyonu	361.853	85.800.735	30,14%
İtalya	99.150	39.944.641	14,03%
Japonya	44.008	14.523.955	5,10%
Çin	44.003	14.519.297	5,10%
Endonezya	33.004	9.872.864	3,47%
İspanya	2.679	1.740.012	0,61%
Polonya	1.410	825.419	0,29%
Almanya	629	565.216	0,20%
Diğer Ülkeler (3*)	850	114.153	0,04%
Genel Toplam	911.150	284.685.052	100%

*Ülkeler sayısıdır.



Şekil 18. Koklaşabilir Kömür İthalatı Yüzdesel Dağılımı (2023) [15]

Türkiye Kömür cevheri ithalatının bir önceki yıla göre değişimi Tablo 27' de verilmiştir.

Tablo 27. Türkiye Kömür İthalatının 2022 Yılına Göre Değişimi [15]

ENERJİ HAMMADDELERİ	İTHALAT (2023)		İTHALATIN 2022 YILINA GÖRE DEĞİŞİMİ	
	MİKTAR (TON)	DEĞER (USD)	MİKTAR (%)	DEĞER (%)
TAŞKÖMÜRÜ	40.194.144	5.720.957.871	6,85	-31,24
LİNYİT	0,002	324	GEÇEN YIL TİCARETİ YOK	
TURBA	89.055	22.286.168	-5,07	3,95
KOKLAŞABİLİR KÖMÜRLER	911.150	284.685.052	-25,72	-55,33
BİTÜMLER	3.404	3.709.440	5,21	6,13
TOPLAM	41.197.753	6.031.638.855	5,79	-32,85

7.3.2. Türkiye'nin kömür ihracatı

TÜİK verilerine göre 2023 yılında 232.215.312.209 \$ olan ülkemiz toplam ihracatından %2,26 oranında pay alan madencilik sektörü ihracatı, 2022 yılına göre %11,90 oranında azalarak 5.255.446.165\$ olarak gerçekleşmiştir [15].

Ülkemizin 2023 yılında yapmış olduğu kömür ihracatı ve bir önceki yıla göre kıyaslaması Tablo 28 de verilmiştir.

Tablo 28. Türkiye Kömür İhracatının 2022 Yılına Göre Değişimi [15]

ENERJİ HAMMADDELERİ	İHRACAT (2023)		İHRACATIN 2022 YILINA GÖRE DEĞİŞİMİ	
	MİKTAR (TON)	DEĞER (USD)	MİKTAR (%)	DEĞER (%)
TAŞKÖMÜRÜ	404.354	59.702.768	-40,16	-57,50
LİNYİT	11.429	2.088.658	-16,67	46,39
TURBA	7.712	1.870.428	-18,24	13,58
KOKLAŞABİLİR KÖMÜRLER	238.040	70.005.876	144,68	98,79
BİTÜMLER	3.450	3.129.065	-60,67	-6,48
TOPLAM	664.986	136.796.795	-17,39	-24,89

Ülkemizin 2020 ila 2023 yılları arasında yapmış olduğu kömür ithalatı ve ihracatı Tablo 29’ da verilmiştir.

Tablo 29. Yıllara Göre Kömür Dış Ticaretimiz [15]

MADENLER	YIL	İHRACAT		İTHALAT	
		MİKTAR (TON)	DEĞER (USD)	MİKTAR (TON)	DEĞER (USD)
TAŞKÖMÜRÜ	2022	675.769	140.493.279	37.618.701	8.319.920.815
LİNYİT		13.715	1.426.808	0	0
TURBA		9.433	1.646.793	93.810	21.439.801
KOKLAŞABİLİR KÖMÜRLER		97.288	35.216.608	1.226.648	637.364.636
BİTÜMLER		8.772	3.345.951	3.236	3.495.144
TAŞKÖMÜRÜ	2021	304.333	37.733.080	37.173.187	4.158.564.910
LİNYİT		32.890	1.908.597	0	0
TURBA		7.738	1.479.494	81.070	16.961.288
KOKLAŞABİLİR KÖMÜRLER		17.414	5.997.684	1.170.326	475.952.591
BİTÜMLER		5.248	1.858.426	4.828	3.609.669
TAŞKÖMÜRÜ	2020	142.734	11.890.878	40.106.208	2.724.662.008
LİNYİT		4.019	379.625	1	24
TURBA		6.003	1.115.857	80.775	15.574.823
KOKLAŞABİLİR KÖMÜRLER		3.417	448.790	669.492	147.190.876
BİTÜMLER		7.070	2.092.449	6.1315	3.008.084

8. KÖMÜRÜN ÇEVRE VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Madencilik faaliyetleri (açık ocak ve/veya yer altı işletmesi); hazırlık çalışması, planlama, arama, tasarım ve inşa/üretim aşamalarını kapsar. Yeraltında bulunan cevherin türüne göre belirli fiziksel, kimyasal ve ergitme işlemlerinden geçirilerek, ekonomik değeri bulunan ürüne dönüştürülmesini içeren bağımsız veya bütünleşmiş (cevher hazırlama/zenginleştirme, izabe tesisi vb.) tüm faaliyetleri içerir.

Tüm madencilik faaliyetlerinde olduğu gibi kömürün yeryüzüne çıkarılması aşamasında alıcı ortam olarak tabir edilen havaya (duman, toz, gürültü, titreşim), toprağa, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına (tehlikeli, endüstriyel ve evsel atıklar) olası çevresel etkileri mevcuttur.

Açık ocak ve/veya yer altı işletmesi ile cevher hazırlama ve zenginleştirme tesislerinden kaynaklanabilecek olası çevresel etkiler, ana başlıklarıyla şöyle özetlenebilir.

- Hava kirliliği (toz, parçacıklar, kömürün yakılmasıyla sülfür, sera gazları vb.)
- Su kirliliği (yüzey ve yeraltı sularına etkiler)
- Toprak kirliliği ve erozyonu (terk edilmiş maden drenajı)
- Katı ve sıvı atıkların (tehlikeli, endüstriyel ve evsel atıklar) oluşması
- Patlatmalardan kaynaklanabilecek hava şokları ve sarsıntılar
- Trafik, gürültü ve titreşim
- Flora ve faunanın bozulması ile ekosistemler üzerine etkileri
- Tarım ve orman alanlarının zarar görmesi
- Topografya üzerine etkileri
- Peyzaj sorunları

Yukarıda belirtilen etkilerin belirlenmesi, kontrol ve bertaraf edilmesi ile bu etkilerin en aza indirmek amacıyla dünya ülkeleri çeşitli kanun ve yönetmelikler çıkarmışlardır. Bu bağlamda; ülkemizdeki madencilik faaliyetleri (üretim ve zenginleştirme, *-arama faaliyetleri hariç-*); 2872 sayılı Çevre Kanunu ve bu Kanun çerçevesinde ilk olarak 07.02.1993 tarihinde yürürlüğe giren, 25.11.2014 tarih ve 29186 sayılı Resmî Gazete 'de güncellenerek yayımlanan "Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED)" Yönetmeliğine tabidir. Bu yönetmeliğe uygun olarak gerekli tüm izin, onay, lisans ve tedbirlerin alınması gereklidir. Bu yönetmeliğin gereklilikleri yerine getirilmeden madencilik faaliyetlerine izin verilmemektedir [21]

8.1. Temiz Kömür Teknolojileri

Kömür günümüzde başta elektrik üretimi olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Küresel elektrik üretiminin üçte birinden fazlası kömür tarafından karşılanmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı tarafından yapılan tahminlere göre 2040'a kadar bu oranın bir miktar azalacağı ancak yine yüzde 30 civarında olacağı beklenmektedir.

Kömür kullanımı özellikle Çin ve Hindistan gibi ülkelerde artarken Avrupa ülkelerinde çeşitli çevresel kaygılardan dolayı azalmaktadır. Bu kaygıların başında karbon salınımının artması nedeniyle oluşan hava kirliliği gelmektedir. Ayrıca kömür madenciliği ve tüketimi nedeniyle açığa çıkan söz konusu karbon emisyonlarının iklim değişikliği ve küresel ısınmaya sebep olduğu açıktır. Öte yandan bahsi geçen zararlı etkilerin ne şekilde azaltılacağı konusunda çalışmalar devam etmektedir. Bu kapsamda temiz kömür teknolojileri küresel ölçekte tartışılmaktadır.

Başlıca temiz ve verimli kömür teknolojileri şu şekilde özetlenebilir:

- ✓ **Kömür Yıkama:** Halihazırda kullanılan bir yöntem olup yanma işlemi sırasında ortaya çıkan kül ve sülfür dioksit gibi salınımların azaltılmasında kullanılmaktadır.
- ✓ **Sıvılaştırma ve Gazlaştırma:** Kömürü yüksek ısı ve basınca maruz bırakarak kimyasal tepkimeye girmesini sağlamak için yararlanılan bir yöntemdir. Temiz kömür teknolojileri arasında ilk sıralarda yer alan bu yöntemle birlikte kömürün çevresel zararlarının en aza indirilmesi amaçlanmaktadır.
- ✓ **Karbon Tutma/Depolama:** Kömürün yakılması sonucunda ortaya çıkan karbonun depolanmak suretiyle havaya karışmasını engellemek için geliştirilen bu yöntem sayesinde hava kirliliğinin önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Bunun yanı sıra söz konusu yöntemle depolanan karbonun dönüştürülerek sanayi, tarım ve enerji üretiminde yeniden kullanılabilmesine de imkân sağlanmaktadır.
- ✓ **Santrallerin Veriminin Artırılması:** Daha az miktarda kömür kullanılarak daha fazla enerji üretilmesine yönelik geliştirilen yöntemlerle karbon salınımı miktarlarının azaltılması planlanmaktadır.
- ✓ **Filtre Sistemleri:** Halihazırda kullanılan filtre sistemlerinin geliştirilerek kül ve karbon salınımlarını en aza indirmek amaçlanmaktadır.
- ✓ **Melez Sistemler:** Güneş-kömür, rüzgâr-kömür ve nükleer-kömür gibi melez sistemlerin geliştirilmesiyle santrallerde kullanılan kömür miktarının azaltılması hedeflenmektedir.

Yukarıda sayılan sistem veya teknolojiler özellikle kömür üretim ve tüketiminden kaynaklı çevre sorunlarının önüne geçilebilmesi bakımından kritik öneme sahiptir. Söz konusu teknolojik ilerlemeler hem emisyonların azaltılması hem de verimli enerji üretiminin sağlanmasında etkili olacak niteliktedir.

Ülkelerin temiz kömür teknolojilerinden yararlanma durumları incelendiğinde Avustralya'da kömür yıkama teknolojileriyle %40'ın üzerinde verimlilik sağlandığı, Almanya'da sıvılaştırma ve gazlaştırma yöntemiyle kömürden %45 oranında verim elde edildiği görülmektedir. Japonya ve ABD ise temiz kömür teknolojilerinde dünya genelinde ilk sıralarda yer almaktadır. Dolayısıyla Japonya, ABD, Avustralya ve Almanya gibi sanayileşmiş ülkelerin kısmen kullandıkları bu teknolojilerin geniş bir alana yayılması gerekmektedir.

Türkiye'de de düşük kaliteli olan yerli kömürle hem çevreye daha duyarlı üretim gerçekleştirmek hem de birim kalori başına üretilen enerji miktarını artırmak adına temiz kömür teknolojilerinin kullanılması gerekmektedir. Söz konusu amaçla gerçekleştirilen AR-GE faaliyetleri Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) tarafından yürütülmektedir. Bu kapsamda kömürü gazlaştırma, kömürden kimyasal ve sıvı yakıt üretme, kömür zenginleştirme, düşük kalori değerine sahip linyitten tarım ve sanayide kullanılan "hüyük asit" üretme gibi çalışmalar sürdürülmektedir [1] [22].

9. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

İlk çağlardan itibaren sosyal ve ekonomik ilerlemenin ana bileşenlerinden biri olan enerji, günümüz dünyasında hemen hemen tüm alanlarda kullanılmaktadır. Ekonomik büyüme ve sanayileşmenin en önemli girdilerinden olan enerji, modern dünyanın vazgeçilmez unsurlarındandır. Küresel enerji talebinin büyük bir kısmı petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır.

Katı fosil yakıtlar sınıfındaki kömürün dünya genelinde yaygın bir şekilde bulunması söz konusu enerji kaynağının önemini artırmaktadır. Söz konusu kaynaklardan biri olan kömür de enerji üretiminde yaygın bir şekilde kullanılan fosil yakıtlar arasındadır. Fosil yakıtlardan olan kömürün kullanımı çeşitli çevresel kaygılardan dolayı yoğun bir biçimde eleştirilse de rezerv potansiyelinin yüksekliği, üretim maliyetlerinin diğer fosil yakıtlara göre düşüklüğü ve kullanımının kolaylığı nedeniyle küresel enerji piyasalarındaki ağırlığı önümüzdeki otuz, kırk yıl boyunca devam edeceği tahmin edilmektedir.

Son yıllarda yenilenebilir enerji alanındaki yatırım miktarlarının önemli ölçüde yükseldiği gözlemlense de ülkeler sahip oldukları kaynakların işlevsiz kalmaması için ekonomilerine kazandırılması anlamında önemli çalışmalar yapmaktadır.

Türkiye, enerji talebindeki büyümeyi rasyonelleştirmek, enerji fiyatlarını düşürmek ve ithalat artış hızını yavaşlatmak amacıyla enerji sistemini yeniden yapılandırma yoluna gitmiştir. Özellikle, Türkiye son on yılda enerji karışımını önemli ölçüde çeşitlendirmiş, yenilenebilir elektrik üretimini son on yılda üç katına çıkarmıştır. Türkiye'nin ilk nükleer enerji santralının devreye girmesi ülkemizin enerji karışımını daha da çeşitlendirecektir. Yine de fosil yakıtlar Türkiye'nin ekonomisini yönlendirmeye devam etmekte ve başta petrol ve gaz olmak üzere ithalata büyük ölçüde bağımlı durumdadır.

Fosil yakıt kullanımı çeşitli çevresel kaygılardan dolayı yoğun bir biçimde eleştirilse de bir fosil yakıt olan kömür de rezerv potansiyelinin yüksekliği, üretim maliyetlerinin diğer fosil yakıtlara göre düşüklüğü ve kullanımının kolaylığı nedeniyle enerji üretiminde tercih edilebilen bir enerji kaynağıdır. Kömürün küresel enerji piyasalarındaki ağırlığı önümüzdeki 30-40 yıl boyunca devam edeceği tahmin edilmektedir.

Enerji harcamaları Türkiye ekonomisi üzerinde ciddi bir baskı unsuru olarak varlığını sürdürmektedir. Türkiye'nin özellikle enerjide ithal kaynaklara olan bağımlılığını azaltmak adına yerli kaynakların kullanımına yönelik politikalar ön plana çıkmaktadır.

Türkiye gibi fosil yakıtlarda yüksek oranlı dışa bağımlılığı bulunan ülkelerin enerji arz güvenliğini sağlamasında kömürün oldukça kritik bir yeri vardır.

Türkiye’de yaygın bir şekilde bulunan linyitin kalorifik değeri düşük seviyelerdedir. Bu nedenle kömür kullanımından istenilen verim elde edilememektedir. Türkiye’de de düşük kaliteli olan yerli kömürle hem çevreye daha duyarlı üretim gerçekleştirmek hem de birim kalori başına üretilen enerji miktarını artırmak adına temiz kömür teknolojilerinin kullanılması gerekmektedir. Söz konusu amaçla gerçekleştirilen AR-GE faaliyetleri Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) tarafından yürütülmektedir. Bu kapsamda kömürü gazlaştırma, kömürden kimyasal ve sıvı yakıt üretme, kömür zenginleştirme, düşük kalori değerine sahip linyitten tarım ve sanayide kullanılan “hüyük asit” üretme gibi çalışmalar sürdürülmektedir.

Ülkemizde kömür aramalarıyla ilgili son yıllarda yoğun çalışmalar yapılmaktadır.

- Yerli kömürle ilgili stratejiler geliştirilerek kullanımı yaygınlaştırılmalı söz konusu enerji kaynağından ekonomik fayda sağlanarak ülkemizin enerji arz güvenliğinin sağlanmasına katkı sağlanmalıdır.
- Enerji üretiminde yerli kömür kullanım paylarının artırılması ve kömür kullanımının neden olduğu çevresel tahribatların asgari düzeye indirilebilmesi için teknolojik yatırımlarla ilgili çalışmalar ve teşvikler üzerinde çalışmalar yapılmalıdır.
- Ülkemizin yaklaşık 1,5 milyar ton olan taş kömürü rezervinin ekonomimize kazandırılması adına daha derin sondaj alanları açılmasıyla ilgili teknik yatırımlar yapılmalıdır.
- Yüksek kalorili kömür arama ve sondaj faaliyetlerine ağırlık verilmelidir.
- Türkiye’de kömür alanında faaliyet gösteren kamu ile özel sektör kuruluşlarına ilave teşvik ve destek mekanizmaları geliştirilmelidir.
- Kömür kullanımında verimlilik artışıyla ilgili çalışmalar hızlandırılmalıdır.
- Sağlıklı bir enerji planlaması yapılabilmesi için ülkemizin kömür rezervlerinin dağılımı ve kalite sınıflaması gibi hususları da içeren kömür envanteri devamlı olarak güncellenmelidir.
- Türkiye’de düşük kaliteli olan yerli kömürle hem çevreye daha duyarlı üretim gerçekleştirmek hem de birim kalori başına üretilen enerji miktarını artırmak adına temiz kömür teknolojilerinin kullanılması gerekmektedir.

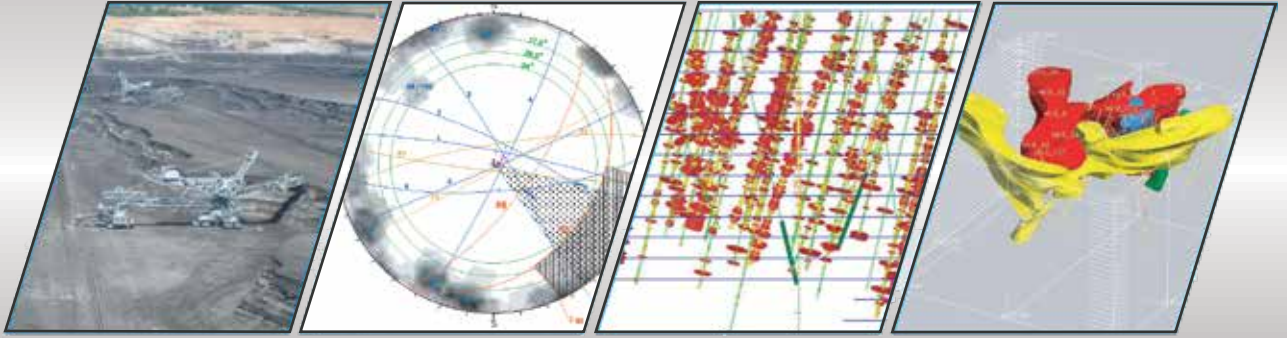
- Temiz kömür teknolojileri ve verimlilik alanında öne çıkan Japonya, ABD, Avustralya ve Almanya gibi ülkelerin uyguladığı politikalar yakından takip edilerek Türkiye'ye uyarlanmalıdır. Bu doğrultuda söz konusu ülkelerle eğitim ve teknolojik destek amaçlı iş birlikleri yapılmalıdır.
- Kömürle çalışan termik santraller gerekli teknolojik altyapı çalışmalarıyla çevreye en az zarar verecek şekilde dizayn/revize edilmelidir.
- Türkiye'de yerli kömür yapısına uygun baca gazı arıtma teknolojilerinin bir an önce yaygınlaştırılması ve bu alanda gerekli yatırımların hızlandırılması gerekmektedir. Bunun yanında temiz kömür teknolojilerinin uygulanması kapsamında kömür yıkama, kömür zenginleştirme, sıvılaştırma, gazlaştırma ve karbon tutma/depolama gibi alanlar üzerinde önemle durulmalıdır.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarıyla kömürün birlikte kullanılabilirdiği melez sistemlerin (rüzgâr-kömür ve güneş-kömür gibi) geliştirilmesi çalışmaları yapılmalıdır.

Sonuç olarak, Türkiye'nin özellikle dış tedarikçilere olan yüksek oranlı bağımlılığını azaltmak adına, enerji portföyünde oldukça önemli bir yeri olan kömürden daha fazla faydalanılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Kavaz İ., Yerli ve Milli Politikalar Ekseninde Kömür, Analiz Dergisi, Ocak 2019 Sayı 265, İstanbul
- [2] <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/img/komur.pdf>
Erişim Tarihi: Nisan 2024
- [3] Arık F., http://enerjigunlugu.net/komurde-yapi-degisirken_5720.html
Erişim Tarih: Nisan 2024
- [4] https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/109089/mod_resource/content/1/KTeknolojisi
Erişim Tarih: Mayıs 2024
- [5] Kömürlü E., Osmanlı Döneminde Taş Kömürü Madencilikinin Başlaması, Yer Altı Kaynakları Dergisi, Sayı 18, Temmuz 2020
- [6] http://enerjigunlugu.net/komurde-yapi-degisirken_5720.html, Erişim Tarihi: Mayıs 2024
- [7] Kömür Yataklarının Durumu, İşletmeciliği ve Geleceği, İMİB, 2020, İstanbul
- [8] <https://www.iea.org/countries/turkiye/electricity>
Erişim Tarihi: Ağustos 2024
- [9] <https://en.wikipedia.org/wiki/Cutin>, Erişim Tarihi: Eylül 2024
- [10] <https://www.britannica.com/science/maceral>, Erişim Tarihi: Eylül 2024
- [11] <https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabiiikaynaklar-komur>, Erişim Tarihi: Mart 2024
- [12] <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-coal.pdf> Erişim T: Mart 2024
- [13] <https://www.capital.com.tr/sectorler/enerji/> Erişim Tarihi: Haziran 2024
- [14] <https://yearbook.enerdata.net/coal-lignite/coal-production-data.html>, Erişim T: Eylül 2024
- [15] <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/ekonomik-gostergeler>, Erişim T: Mayıs 2024
- [16] <https://www.seair.co.in/blog/list-of-coal-exporters-and-importers-in-the-world.aspx>
Erişim Tarihi: Eylül 2024
- [17] futurecoal.org Erişim Tarihi: Eylül 2024
- [18] <https://tradingeconomics.com/commodity/coal>

- [18] <https://itbf.btu.edu.tr/tr/duyuru/detay/45386/1-bursa-uluslararası-ticaret-ve-lojistik>
Erişim Tarihi: Eylül 2024
- [19] <https://www.statista.com/statistics/1279667/leading-coal-importing-countries-worldwide/>
Erişim Tarihi: Eylül 2024
- [20] <https://www.statista.com/statistics/1279667/leading-coal-exporting-countries-worldwide/>
Erişim Tarihi: Eylül 2024
- [21] Dinlen İ., Dünyada ve Türkiye’de Çinko, MTA, 2023, Ankara
- [22] Türkiye Kömür Sektörü Raporu 2008, <https://www.tki.gov.tr/yayinlar>
Erişim Tarihi: Haziran 2024
- [23] <https://companiesmarketcap.com/coal-mining/largest-companies-by-market-cap/>
Erişim Tarihi: Eylül 2024
- [24] <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/arastirmalar/enerji-arama-arastirmalari/images/komur-olusum-asamalari.jpg>, Erişim Tarihi: Eylül 2024
- [25] https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/turkiyede-madencilik/images/maden_yataklari/b_h/bitumluseyl.jpg, Erişim Tarihi: Eylül 2024
- [26] <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=75183&forceview=1>
Erişim Tarihi: Mart 2024
- [27] <https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/komur-arama-arastirmalari>, Erişim T: Mart 2024



Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı



Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No:11 06530 Çankaya / ANKARA

☎ +90 312 210 10 00 PbxII 📠 +90 312 287 91 88 II ✉ mta@mta.gov.tr II 🌐 <http://www.mta.gov.tr>