

KÖMÜR

POLİTİKALARI





KÖMÜR

POLİTİKALARI

EURELECTRIC TÜRKİYE ÇEVRE KORUMA ÇALIŞMA GRUBU

eurelectric
Türkiye

MART 2023



TÜRKİYE ELEKTRİK SANAYİ BİRLİĞİ

Mustafa Kemal Mahallesi 2141 Sokak
MOLMED Plaza No:15/9, Çankaya/ANKARA
Yayıncı Sertifika No: 53255
www.tesab.org.tr • tesab@tesab.org.tr

TESAB YAYINLARI-5
KÖMÜR POLİTİKALARI
978-605-63465-9-0

Genel Yayın Direktörü
Ayten Sümer

Yayına Hazırlayanlar
Eurelectric Türkiye Çevre Koruma Çalışma Grubu

Tasarım&Baskı
Alp Ofset Matbaacılık Ltd. Şti.
Ali Suavi Sok. No.60 Maltepe - Ankara
Tel. : 0.312. 230 09 97 • Faks: 0.312. 230 76 29
www.alpofset.com.tr
Matbaa Sertifika No: 47917

Bu yayının bütün hakları saklıdır.

© Mart 2023, TESAB

Bu yayının hiçbir kısmı herhangi bir formda izin alınmadan
satılamaz ya da satılmak için çoğaltılamaz.

Ancak kaynak belirtme koşuluyla, izin alınmaksızın bu
yayından alıntı yapılabilir.

HAZIRLAYANLAR

Bu çalışmanın hazırlanmasında, Eurelectric Türkiye Çevre Koruma Çalışma Grubu üyelerinden oluşan ve gönüllülük esasıyla emeği geçen ve katkı sağlayan isimler aşağıda verilmiştir.

HAZIRLAYANLAR

Dr. İzzet ALAGÖZ

Ayşegül BAHAYETMEZ

Filiz Su KARAKAYA

Halil Korutürk ÖZCAN

Hilal ÖZEK SADIKOĞLU

Ömer ÖZEN

Sevgi ULUGÖL

EDİTÖRLER

Ayten SÜMER

Muzaffer BAŞARAN

Selma ÜLKER

İlknur ATAN

Eda EKİN

Oğuzhan ARI

İÇİNDEKİLER

HAZIRLAYANLAR.....	3
ŞEKİLLER LİSTESİ	6
TABLO LİSTESİ.....	8
KISALTMA LİSTESİ	9
TEŞEKKÜR	11
ÖNSÖZ.....	12
ÖZET/SUMMARY	15
<hr/>	
1. BÖLÜM GİRİŞ	19
<hr/>	
2. BÖLÜM TÜRKİYE'DE VE AVRUPA'DA KÖMÜR REZERVLERİ VE KÖMÜRÜN ENERJİ SEKTÖRÜNDE KULLANIMI	23
2.1. TÜRKİYE'DE KÖMÜR.....	23
2.1.1. TÜRKİYE'DE KÖMÜRÜN TARİHİNE KISA BAKIŞ.....	23
2.1.2. TÜRKİYE'DE KÖMÜR REZERVLERİ.....	24
2.1.3. TÜRKİYE'DE KÖMÜR ÜRETİMİ.....	26
2.1.4. TÜRKİYE'DE KÖMÜR TÜKETİMİ.....	28
2.1.5. TÜRKİYE'DE KÖMÜR İTHALATI	30
2.1.6. TÜRKİYE'DE KÖMÜRÜN ELEKTRİK ÜRETİMİNDEKİ KULLANIMI	32
2.2. AVRUPA'DA KÖMÜR.....	35
2.2.1 AB'DE KÖMÜR REZERVLERİ.....	37
2.2.2. AB'DE KÖMÜR ÜRETİMİ.....	38
2.2.3. AB'DE KÖMÜR TÜKETİMİ.....	40
2.2.4. AB'DE KÖMÜRÜN SEKTÖREL KULLANIMI	43
2.2.5. AB'DE KÖMÜRÜN ELEKTRİK ÜRETİMİNDEKİ YERİ.....	44
2.2.6. AB'DE ENERJİ İSTATİSTİKLERİNE KISA BAKIŞ.....	46
2.2.7. AB'DE ENERJİ İTHALATI/İHRACATI.....	49
2.3. SONUÇ	51
<hr/>	
3. BÖLÜM AVRUPA'NIN VE DÜNYA'NIN KÖMÜRÜN ENERJİ SEKTÖRÜNDE KULLANIMINA BAKIŞI	57
3.1. ENDÜSTRİYEL EMİSYONLAR DİREKTİFİ VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALAR	57
3.2. AB'DE TERMİK SANTRALLARDA KÖMÜR KULLANIMI VE TÜRKİYE'DE TERMİK SANTRALLARDA KULLANILAN KÖMÜR'ÜN KARŞILAŞTIRILMASI.....	59
3.3. TÜRKİYE VE AB ÜLKELERİNİN KÖMÜRDEN ÜRETİLEN ELEKTRİK ENERJİSİ MİKTARLARININ VE ORANLARININ KARŞILAŞTIRILMASI.....	63
3.4. BAZI AB VE ADAY ÜLKELERİN KÖMÜRDEN ÇIKIŞ PLANI VE MEVCUT DURUM	64
3.4.1. ALMANYA'NIN KÖMÜRDEN ÇIKIŞ PLANI VE MEVCUT DURUM	65
3.4.2. MACARİSTAN'IN KÖMÜRDEN ÇIKIŞ PLANI VE MEVCUT DURUM.....	72
3.4.3. BULGARİSTAN'IN KÖMÜRDEN ÇIKIŞ PLANI VE MEVCUT DURUM.....	73
3.4.4. KARADAĞ'IN KÖMÜRDEN ÇIKIŞ PLANI VE MEVCUT DURUM.....	74
3.4.5. ÇEK CUMHURİYETİ'NİN KÖMÜRDEN ÇIKIŞ PLANI VE MEVCUT DURUM	75
3.4.6. ROMANYA'NIN KÖMÜRDEN ÇIKIŞ PLANI VE MEVCUT DURUM.....	76

3.4.7. PORTEKİZ'İN KÖMÜRDEN ÇIKIŞ PLANI VE MEVCUT DURUM.....	77
3.4.8. POLONYA'NIN KÖMÜRDEN ÇIKIŞ PLANI VE MEVCUT DURUM.....	78
3.5. TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN KÖMÜRLERLE AB'DE KULLANILAN KÖMÜRLERİN KARŞILAŞTIRILMASI	80
3.6. ENDÜSTRİYEL EMİSYONLAR DİREKTİFİ (IED)'NİN GÜNCELLENMESİ.....	84
3.7. AVRUPA ÜLKELERİ ULUSAL ENERJİ VE İKLİM PLANLARI (NECP).....	90
3.8. AB' DE KÖMÜRDEN ÇIKIŞTA OLUŞACAK İŞ GÜCÜ KAYIPLARI VE İSTİHDAM	98
3.9. KÖMÜR BÖLGELERİNDE GEÇİŞ DÖNEMİNE GENEL BAKIŞ.....	101
3.9.1. AVRUPA YATIRIM BANKASININ DESTEK VERDİĞİ PROJE ÖRNEKLERİ	107
3.10. BİRLEŞMİŞ MİLLETLER İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ 26.TARAFILAR KONFERANSI COP 26 VE COP27 DE KÖMÜRÜN DURUMU	109
3.11. SONUÇ.....	111
<hr/>	
4. BÖLÜM GAZLAŞTIRMA	115
4.1 GAZLAŞTIRMA GENEL BİLGİ.....	116
4.2 GAZLAŞTIRMA PROSESLERİNİN SINIFLANDIRILMASI.....	119
4.3 GAZLAŞTIRMAYI ETKİLEYEN KATI MADDENİN ÖZELLİKLERİ	122
4.3.1. NEM İÇERİĞİ.....	122
4.3.2. KÜL İÇERİĞİ.....	122
4.3.3. KÜL ERİME SICAKLIĞI.....	122
4.3.4. SABİT KARBON İÇERİĞİ.....	122
4.3.5. UÇUCU MADDE İÇERİĞİ.....	122
4.3.6. TANE BOYUTU DAĞILIMI.....	123
4.3.7. KEKLEŞME.....	123
4.4 KÖMÜRÜN GAZLAŞTIRILMASI.....	123
4.4.1. UÇUCULARIN UZAKLAŞMASI.....	127
4.4.2. HOMOJEN REAKSİYONLAR (UÇUCULARIN YANMASI)	127
4.4.3. HETEROJEN REAKSİYONLAR (ÇAR GAZLAŞTIRMASI)	128
4.4.4. SU BUHARLI GAZLAŞTIRMA	128
4.5 YERLİ KÖMÜRLERİN GAZLAŞTIRILMASI HAKKINDAKİ ÇALIŞMALAR	129
4.6 DÜNYADA KÖMÜRÜN GAZLAŞTIRILMASI HAKKINDAKİ ÇALIŞMALAR.....	133
4.6.1. ABD	133
4.6.2. ÇİN.....	134
4.6.3. ASYA.....	135
4.6.4. AVRASYA	136
4.7 SONUÇ VE ÖNERLER	136
<hr/>	
5. BÖLÜM SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	141
<hr/>	
KAYNAKLAR	147
<hr/>	
ÖZGEÇMİŞLER	150

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1	Türkiye'nin Önemli Linyit Sahaları ve Kaynak Rezerv Miktarları	25
Şekil 2	Türkiye'de Kömür Sahaları ve Yaklaşık Kaynak Miktarları.....	26
Şekil 3	Türkiye Taşkömürü Satılabilir Üretimleri	27
Şekil 4	Yıllar Bazında Türkiye'de Linyit Üretimi	28
Şekil 5	Türkiye Satılabilir Linyit+Asfaltit Üretimleri.....	28
Şekil 6	Kullanım Alanlarına Göre Ülkemiz Yerli ve İthal Taşkömürü Tüketimi.....	29
Şekil 7	Kömür Arzının Sektöre Göre Tüketim Dağılımı.....	30
Şekil 8	Türkiye'de Kömür İthalatının yıllara Göre Değişimi	31
Şekil 9	Kömür İthalatında Ülke Payları	31
Şekil 10	Yıllar İtibariyle Kömür İthalatı ve İthalata Ödenen Döviz Tutarları	32
Şekil 11	Türkiye Kurulu Gücü Kaynaklara Göre Dağılımı	32
Şekil 12	Kömüre Dayalı Kurulu Güç ve Toplam Kurulu Güç (2022 Yılı Sonu)(MW)	33
Şekil 13	Önemli Kömür Sahaları ve Potansiyel Kullanım Alanları (MTA)	33
Şekil 14	Yerli Kömürün Kurulu Güç ve Brüt Elektrik Üretimi İçindeki Payı	34
Şekil 15	Belirli Bölgelerde Kömür Rezerv/ Üretim (R/P) Oranları.....	36
Şekil 16	Dünyada 2000, 2010 ve 2020 Yıllarında Kanıtlanmış Kömür Rezervlerin Dağılımı	36
Şekil 17	Dünyada En Büyük Taşkömürü Üreticisi Ülkeler.....	37
Şekil 18	AB'de Taşkömürü Üretimi (1990 – 2021)	38
Şekil 19	AB' deki Ana Taşkömürü Üreticilerinin Üretim Oranları (%)	39
Şekil 20	AB Ülkelerinde Yıllar İtibariyle Linyit Üretim	39
Şekil 21	AB Üye Devletlerde Yıllara Göre Linyit Üretimi (1990 – 2020).....	39
Şekil 22	Taşkömürünün AB İçi Tüketimi ve Üretimi 1990-2021 (Milyon Ton)	40
Şekil 23	AB Üye Devletler Taşkömürü Tüketimi (milyon ton) (2016-2021)	41
Şekil 24	AB Üye Ülkeleri Linyit (Kahverengi Kömür) Tüketimi (1990-2021) (milyon ton)	42
Şekil 25	Kok Fırınlarına ve Kok Fırını Kok Üretimine Taşkömürü Teslimatları 2016-2020 (milyon ton).....	43
Şekil 26	Elektrik ve Isı Üretimi İçin Kullanılan Linyit, AB - 2020 (%).....	44
Şekil 27	Enerji santrallerine Linyit ve Taşkömürü Teslimatları, AB, 1990-2020 (milyon ton)	44
Şekil 28	Linyit Üreten AB Üye Devletlerde Toplam Elektrik Üretiminde Yakıt Payları, 2020.....	45
Şekil 29	AB'de Birincil Enerji Üretiminin Kaynaklara Dağılımı (2020)	46
Şekil 30	AB Yakıt Cinsine Göre Birincil Enerji Üretimi 2005-2022 (milyon TEP)	48
Şekil 31	AB Yakıt Cinsine Göre Birincil Enerji Üretimi 2010-2020	48
Şekil 32	AB Enerji Ürünleri İthalatında Değişim (2021-2022)	49
Şekil 33	AB Enerji Kaynakları İthalatı (1990-2019) (milyon TEP).....	50
Şekil 34	AB Enerji Kaynakları İhracatı (1990-2019) (milyonTEP).....	50

Şekil 35	AB Katı Yakıt İthalatı (2019).....	51
Şekil 36	AB Kömür İthalatı (2021) (BP)	51
Şekil 37	AB Yenilenebilir Enerji ve Fosil Yakıt Karşılaştırılması (2000-2022).....	60
Şekil 38	AB'de Kömürün Kullanımının Azalımı	60
Şekil 39	Fosil Yakıtlardan ve Yenilenebilir Enerjiden Üretilen Elektrik Üretimlerinin Karşılaştırılması.....	61
Şekil 40	AB'de Kömür Üretim-Ticaret ve İthalat 2020 (% ve PJ)	61
Şekil 41	Elektrik Üretiminde Kullanılan Kömürün Payı (2017)	62
Şekil 42	Elektrik Üretiminde Kullanılan Kömürün Payı (2021)	62
Şekil 43	Türkiye Elektrik Enerjisi Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Dağılımı (2022)	64
Şekil 44	Avrupa Kömür Üretimleri (2021).....	65
Şekil 45	Almanya Kömür Bölgeleri	66
Şekil 46	Almanya Kömürden Çıkış Kurulu Güçleri	68
Şekil 47	Almanya için Kömürden Çıkış.....	71
Şekil 48	Macaristan Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi (2000-2022)	73
Şekil 49	Bulgaristan Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi TWh (2000-2022).....	74
Şekil 50	Çek Cumhuriyeti Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi TWh (2000-2022).....	75
Şekil 51	Romanya Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi (2000-2022)	77
Şekil 52	Portekiz Kaynaklara Göre Enerji Üretimi TWh (2000-2022)	78
Şekil 53	Polonya'da Elektrik Üretiminin Kaynaklara Dağılımı.....	79
Şekil 54	Polonya Elektrik Kapasitesi Projeksiyonu	80
Şekil 55	Türkiye Elektrik Üretimi Kaynaklara Dağılımı.....	80
Şekil 56	Türkiye Elektrik Kurulu Gücünün Kaynaklara Dağılımı.....	81
Şekil 57	Linyit Kaynağımızın Sektörel Dağılımı	82
Şekil 58	Avrupa Ülkeleri Kömürden Çıkış Tarihleri.....	90
Şekil 59	Avrupa ülkelerinin 2015 -2022 arası Kömürden Çıkış	98
Şekil 60	AB Kömür Bölgelerinde Kömür Yakan Termik Santrallerdeki Çalışan Sayısı	99
Şekil 61	10 Yıllık Şebeke Geliştirme Planına [10-Year Network Development Plan (TYNDP)] göre 2020 ve 2030 Yılları Arası Kömür İşletmeciliğinde ve Kömür Yakan Termik Santrallerde Potansiyel İş Kaybı	100
Şekil 62	Ulusal Enerji ve İklim Planlarına göre 2020-2030 Yılları Arası Kömür Madenciliği Ve Kömür Yakan Termik Santrallerden Potansiyel İş Kayıpları	101
Şekil 63	Gazlaştırma İşlemine Ait Şema	118
Şekil 64	Sabit Tatakılı Gazlaştırıcı	119
Şekil 65	Akışkan Yatakılı Gazlaştırıcı	120
Şekil 66	Kömür Gazlaştırma İşlemi ve Ürünleri.....	127

TABLO LİSTESİ

Tablo 1	Kurumlara Ait Linyit Kaynakları (Bin Ton – 2021 Yıl Sonu)	26
Tablo 2	Türkiye’deki Taşkömürü Üretim Rakamları 2021 (Ton)	27
Tablo 3	Yönetmeliklere Göre Karşılaştırma: Mevcut Katı Yakıt Yakan Tesisler İçin Emisyon Değerleri.....	58
Tablo 4	Yönetmeliklere Göre Karşılaştırma: Katı Yakıt Yakan Yeni Tesisler İçin Emisyon Değerleri	59
Tablo 5	Ülkemizde Birincil Kaynaklara ve Kuruluşlara Göre Kurulu Güç Dağılımı.....	63
Tablo 6	Almanya - Termik Santrallarda Kullanılan Pülverize Kömürün Spesifik Değerleri	69
Tablo 7	Çek Cumhuriyeti Birincil Enerji Kaynakları ve 2040 Hedefleri	76
Tablo 8	Polonya'nın 2030'a Kadar İklim ve Enerji Hedefleri	79
Tablo 9	Polonya Jeoloji Enstitüsü Kömür Sınıflandırması.....	83
Tablo 10	Kömür ASTM Sınıflandırması.....	83
Tablo 11	ASTM Standartlarında Kömürün Kalorifik Değerine göre Sınıflandırılması	84
Tablo 12	Kömür ve/veya linyit yakımında havaya salınan NOx emisyonları (BAT Association Emission Levels (BAT AELS))	88
Tablo 13	Kömür ve/veya linyit yakımında havaya salınan CO (Karbonmonoksit) emisyonları (BAT Association Emission Levels (BAT AELS))	88
Tablo 14	Kömür ve/veya linyit yakımında havaya salınan SO2 emisyonları (BAT Association Emission Levels (BAT AELS))	89
Tablo 15	Kömür ve/veya linyit yakımında havaya salınan HCl ve HF emisyonları (BAT Association Emission Levels (BAT AELS))	89
Tablo 16	Kömür ve/veya linyit yakımında havaya salınan toz emisyonları (BAT Association Emission Levels (BAT AELS))	89
Tablo 17	Kömür ve/veya linyit yakımında havaya salınan civa emisyonları (BAT Association Emission Levels (BAT AELS))	90
Tablo 18	Avrupa Ülkelerinin Kömürden Çıkış için Tarihsel Gelişim.....	91
Tablo 19	Avrupa’da Ülkelerin Kömürden Çıkışları	93
Tablo 20	Dönüşüm Süreci Yönetiminde İşgücü Politika Çerçevesi.....	103
Tablo 21	Çeşitli Gazlaştırma Proseslerinin Karşılaştırılması	120
Tablo 22	Türkiye Birincil Enerji Arzı	124
Tablo 23	Türkiye'nin Yerli Kaynak Potansiyeli	125
Tablo 24	Kömürün Farklı Gazlaştırıcı Ortamlardaki Gazlaştırma Süreçlerinin Karşılaştırılması.....	130
Tablo 25	Çin'in Bölgelerine Göre Kömür Gazlaştırma İçin Uygulamayı Planladığı Teknolojiler	135

KISALTMALAR

KISALTIMA	AÇIKLAMA
AB	Avrupa Birliği
BAT	Mevcut en iyi teknikler
BREF	Mevcut en iyi teknikler referans dokümanı
BAT_AEPLs	En iyi teknikler uyumlu çevresel performans seviyeleri
BAT Aels	Mevcut en iyi tekniklerle ilgili emisyon sınır değerleri
COP	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Taraflar Konferansı (Conference of the Parties)
ÇŞB	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirme
EIB	Avrupa Yatırım Bankası
EİGM	Enerji İşleri Genel Müdürlüğü
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü
GHG	Sera Gazları
IED	Endüstriyel Emisyonlar Direktifi
IPPC	Entegre Olarak Önlenmesi ve Kontrolü
LCP	Büyük yakma tesisi
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
NECP	Ulusal Enerji ve İklim Planları
RWE	Alman Uluslararası Enerji Firması
Terawatt saat [TWh]	1 000 Gigawatt saat [GWh]
SKHKKY	Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü
TRL	Teknoloji Hazırlık Seviyeleri
TTK	Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü



Teşekkür

Avrupa Yeşil Mutabakatının yayımlanması ile özellikle Avrupa ülkeleri kömürden elektrik üretiminin zaman içerisinde sonlandırılması konusunda planlar belirleyerek stratejiler oluşturmuşlardır. Bu süreci değerlendirmek amacı ile hazırlanan “Kömür Politikaları” yayını için bizi yüreklendiren, motive eden ve hazırlanma aşamasından baskısına kadar desteğini esirgemeyen, başta TESAB Yönetim Kurulu Başkanı Dr. İzzet Alagöz olmak üzere Yönetim Kurulu üyeleri Orhan Kaldırım, Ömer Sami Yapıcı, Fahrettin Amir Arman, Mehmet Mustafa Satılmış, Yusuf Hüseyin Yücebaş, Batuhan Özdemir, Mustafa Özge Özden ve Mustafa Taşdemir’e teşekkürlerimizi sunarız. Eurelectric Türkiye Çevre Koruma Çalışma Grubu başkanlığını yürüten ve bu yayının hazırlanmasında büyük emek veren Sn. Ayşegül Bahayetmez’e, tüm süreci titizlikle takip ederek yanımızda olan ve her konuda desteğini esirgemeyen Selma Ülker, İlnur Atan ve TESAB Koordinatörü Ayten Sümer’e ve Muzaffer Başaran’a teşekkürlerimizle; yayının tüm sektöre faydalı olmasını dileriz.

Yazım Ekibi



ÖNSÖZ

Türkiye Elektrik Sanayi Birliği, (TESAB) ülkemiz enerji sektöründeki uzmanların, Avrupa elektrik sektörünün en etkin aktörlerinden biri olan Eurelectric çalışmalarına katkı ve katılım sağlamaları için köprü vazifesi görmektedir. Eurelectric tarafından oluşturulan tüm çalışma grupları, ülkemizde Eurelectric Türkiye Çalışma Grubu olarak TESAB çatısı altında oluşturulmuştur. Bu gruplardan biri olan Eurelectric Türkiye Çevre Koruma Çalışma Grubu tarafından hazırlanan bu yayında; Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında sera gazlarının en büyük kaynaklarından biri olarak görülen kömürün AB’de ve ülkemizdeki mevcut rezervleri ve enerji üretimindeki payı, kömüre ilişkin Avrupa Birliği’nde ve dünyada yapılan yasal düzenlemeler; AB’nin kömür üretimi ve kullanımı konusunda yaptığı çalışmalar yer almakta, gazlaştırma yolu ile kömürün enerji sektöründe kullanımının kömüre bir gelecek sağlayabilir mi sorusuna cevap aranmaktadır.



18. yüzyılın ortalarında başlayan Sanayi Devrimiyle birlikte kömürün dünyada kullanılması daha da önem kazanmaya başlamış, teknolojinin ilerlemesiyle de kullanım alanları çoğalmış, ülkelerin ekonomilerine yön veren en önemli kaynaklardan birisi olmuştur. Soğuk savaş döneminde Batı Avrupa ülkelerini birleştirmek amacıyla kurulan Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu, Avrupa demokrasisinin temellerinin atılmasında ve günümüz Avrupa Birliği’nin gelişmesinde rol oynamıştır. Kömürün dünya üzerinde diğer fosil yakıtlara nazaran çok miktarda ve erişilebilirliğinin nispeten daha kolay olması elektrik üretiminde kömür kullanımını teşvik etmiş, 1990’ların ortalarından itibaren petrol ve doğal gaz elektrik üretiminde kullanılsa dahi kömür önemini ve değerini korumaya devam etmiştir. Öte yandan, küresel ısınmanın artması, buzullarda erimelerin başlaması, toplumun değişik kesimlerinde ve farklı coğrafyalarda iklim değişikliğinin hissedilmesi, kuraklıkların



görülmesi dünya genelinde sera gazı azaltımına yönelik çabaların artmasına neden olmaktadır. Bu çabaların bir sonucu olarak, 1992 yılında Rio'da gerçekleştirilen Yeryüzü Zirvesinde imzaya açılan "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi" ile başlayan sürecin ardından 2015 yılında COP21'de ortaya koyulan "Paris İklim Anlaşması" ve son olarak Ekim 2021'de gerçekleştirilen COP26'da ve Kasım 2022'de düzenlenen COP27'de üye ülkelerce kömür kullanımı süreçlerine ilişkin planları hazırlanarak sunulmuş olsa da 2020-2021 döneminde tüm dünyayı etkileyen Covid-19 pandemi süreci ve Şubat 2022'de başlayan Ukrayna-Rusya çatışması gibi art arda yaşanan iki küresel kriz tedarik zincirinde kırılmalara neden olmuş ve enerji arz güvenliği ön plana çıkmış, bu gelişmeler ile kömürle ilgili kararların tekrar gözden geçirilerek bazı AB ülkelerinde kömür santrallerinin tekrar devreye alınması kararı alınmıştır.

Çalışma grubunda bulunan uzmanlarımıza bütün bu politika süreçlerini incelemek sureti ile, gönüllülük esasında hazırladıkları bu yayındaki emekleri için teşekkür eder, kömür kullanan termik santral işletmecilerine, yatırımcılara, kömürden enerji üretimi alanına ilgi duyan sektör uzmanları ve araştırmacı meslektaşlarım için temel bir başvuru kaynağı olacağına inanarak sektöre yararlı olmasını dilerim.

Dr. İzzet ALAGÖZ

TESAB Yönetim Kurulu Başkanı



Kömürün dünya üzerinde diğer fosil yakıtlara nazaran çok miktarda ve erişilebilirliğinin daha kolay olması elektrik üretiminde kömür kullanımını teşvik etmiştir.





ÖZET

Bu yayında, Avrupa Birliği (AB) ÷lkelerindeki k÷mür ile yerli linyit k÷mürü yakan santrallerin hava emisyonu açısından AB Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (IED) hükümleri çerçevesinde karşılaştırılması yapılmakta ve AB ÷lkelerinde k÷mür kullanarak elektrik üretimi planları irdelenmektedir. Ayrıca, AB’de k÷mürle ilgili sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik yapılan çalışmalardan ve siyah/kahverengi hidrojen üretiminde de kullanılan k÷mürün gazlaştırma yöntemlerine ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Yayın üç ana bölümden oluşmaktadır:

Birinci Bölüm; Türkiye’deki ve Avrupa’daki k÷mürün özellikleri, Türkiye’de, dünyada ve Avrupa Birliği’nde bulunan k÷mür rezervleri, enerji sektöründe k÷mür kullanımının yıllara göre değişimi hakkında bilgi vermektedir.

İkinci Bölüm; K÷mürün yanması sonucu oluşan emisyonların limit değerlerinin azaltımına yönelik, IED’nin güncellenmesi konusunda yapılan alışmalar, AB üyesi devletlerin k÷mürden çıkış için hazırladıkları Ulusal Enerji ve İklim Planları (NECP), Ekim 2021’de Glasgow’da ve Kasım 2022’de Mısır’da yapılan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Taraflar Konferansı COP26 ve COP27’de alınan kararlar, AB’nin k÷mür sektöründeki istihdamı başka alanlara kaydırmak için yaptığı çalışmaları kapsamaktadır.

Üçüncü Bölüm; k÷mürün gazlaştırılması için kullanılan gazlaştırma yöntemleri, gazlaştırma yönteminin dünyadaki uygulamaları ve hidrojen üretimi ile ilgili bilgi vermektedir.

Anahtar Kelimeler

#k÷mür, #enerji, #iklim değişikliği, #emisyon #karbon #AB

SUMMARY

In this publication, a comparison is made between coal in our country and the coal in European Union (EU) countries and the status of emissions from local lignite fired power plants considering EU Industrial Emissions Directive (IED) and the plans for the generation of electricity from coal power plants in EU countries are analysed. In addition the information about the legislation activities towards reduction of green house gas emissions and coal gasification technologies for the production of black/brown hydrogen is outlined.

This publication consists of three main sections:

In the first section; the information about the characteristics of coal in Türkiye and Europe; coal reserves in Türkiye, the World and Europe; the development of coal consumption in energy sector over the years is given.

In the second section; the activities for the reduction of emissions resulting from combustion of coal, studies updating of IED, National Energy and Climate Plans (NECP) for phasing out coal in EU countries, the resolutions in United Nations Climate Change Conferences of Parties; COP 26 held in Glasgow in October 2021 and COP 27 held in Egypt in November 2022, the studies for shifting the employment in coal sector to other fields are covered.

In the third section; the information on gasification technologies of coal, the gasification activities carried out in the World and the activities for the production of hydrogen is presented.

Key Words

#coal, #energy, #climate change #emission #carbon #EU

GİRİŞ

BÖLÜM

1



GİRİŞ

Kömür, sanayi devrimi sonrası ülkelerin kalkınmalarında, sanayinin gelişmesinde ve ekonomi döngüsünde en temel yapı taşlarından birisi haline gelmiştir. Gündelik hayatın yanı sıra; buharlı güç çevrimleri, elektrik santralleri, demir-çelik sektörü, ulaşım ve ısıtma uygulamalarına kadar pek çok alanda uzun yıllar birincil enerji kaynağı olarak kullanılmıştır. Zaman içerisinde petrol ve doğalgaz gibi farklı enerji kaynakları ortaya çıkmış ve kömürün çevresel etkileri konusunda endişe duyulmuş olsa da kaynak potansiyeli nedeniyle kömür vazgeçilmezliğini uzun yıllar korumuş olup halen de kullanımı devam etmektedir. Günümüzde kömür hala pek çok ülkede yaygın olarak kullanılan bir enerji kaynağıdır. Kömür madenciliği işlemlerinin genellikle şehirlerden uzak kırsal bölgelerde yer alması yol, su, elektrik, haberleşme gibi alt yapı gereksinimlerine ihtiyaç duyması; madencilik yapılan bölgenin bu çerçevede gelişmesine neden olmaktadır. Kömür madenciliği istihdam ağırlıklı bir sektör olduğu için sosyo ekonomik faaliyetleri ve politikaları da etkilemektedir.

Enerji, ülkelerin politika ve stratejilerini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Enerji arz ve güvenliğini etkileyen erişilebilirlik, şeffaflık, devamlılık, kolaylık ve esneklik gibi birtakım hususlar da enerji sektörüne yön vermekte olup kömür özellikle bu bağlamda dünyadaki önemli enerji kaynağı olarak kullanılan ve enerji politikalarına yön veren bir konumda bulunmaktadır.

Ülkelerin gelişen sanayi ve ekonomileriyle birlikte enerjiye olan ihtiyaçları da giderek artmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'nın "Dünya Enerji Görünümü 2021" raporunda 2021 yılı elektrik talebinde 1500 TWh'lik (%6) bir artış ile tarihteki en büyük yükselişin gerçekleştiği belirtilmektedir. Artışla birlikte ihtiyaç duyulan enerjinin büyük bir kısmı yine kömür gibi fosil yakıtlardan karşılanmıştır. IEA'nın "Dünya Enerji Görünümü 2022" raporunda ise; Covid-19 pandemi sonrası toparlanmaya başlayan ülke ekonomilerinde Rusya-Ukrayna çatışması ile yeni ve görülmemiş bir kriz yaşandığı belirtilmektedir. Rusya'dan gelen fosil yakıt, özellikle de doğal gaz ithalatındaki sıkıntı, fiyatları olağanüstü yükseltmiş, bu da enerji fiyatlarının yükselmesine neden olmuştur. Etkilenen ülkelerin çoğu, krizden çıkışın ve arz güvenliğini sağlamanın bir yolu olarak kömür ve gaz santrallerinden



Kömür madenciliği istihdam ağırlıklı bir sektör olduğu için sosyo ekonomik faaliyetleri ve politikaları da etkilemektedir.



elektrik üretimini artırmak, nükleer santralleri çalıştırmaya devam etmek ve yenilenebilir enerji yatırımlarını hızlandırmak olarak değerlendirmektedirler.

Diğer taraftan, 1992 yılında imzaya açılan ve 1994 yılında yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ile taraf devletler her yıl, enerji sektörü de dahil olmak üzere tüm sektörler için "Ulusal Sera Gazı Envanteri"ni hazırlayarak Birleşmiş Milletler'e sunmakla yükümlüdür. BMİDÇS sonrası 1995 yılından bu yana her yıl düzenlenen Taraflar Konferansları'nda (COP) ise, taraf ülkelerin iklim değişikliği konusundaki hedefleri ve bu hedeflerdeki güncellemelerini bildirme yükümlülükleri bulunmaktadır. 2015 yılında düzenlenen COP21'de Paris İklim Anlaşması ile dünyada enerji sektörünün yönünün değiştirilmesi planlanmıştır. Bu kapsamda, İskoçya'nın Glasgow şehrinde 31 Ekim- 12 Kasım 2021 tarihleri arasında düzenlenen COP26'da büyük yakma tesisleri bulunan 40'tan fazla ülke kömürden enerji üretimini aşamalı olarak durdurma yönünde planlarını sunmuştur. 6-18 Kasım 2022 tarihleri arasında Mısır'da gerçekleştirilen COP 27'de ise Glasgow İklim Paketi'nin ısınmayı 1.5°C ile sınırlandırma hedefi tekrarlanırken, ülkelerden "kömür enerjisini kademeli olarak azaltmaya yönelik önlemleri hızlandırmaları" ve "verimsiz fosil yakıt sübvansiyonlarının aşamalı olarak kaldırılması" görüşülmüştür.

Avrupa Komisyonu tarafından 11 Aralık 2019'da yayımlanan Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM) ile nihai hedef olarak Avrupa kıtasının 2050 yılına kadar karbon nötr ilk kıta olması ve bu hedef doğrultusunda üye ülkelerin dönüşüm yol haritalarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. AB Komisyonu, özellikle sera gazlarının azaltılması için yoğun bir çabaya ihtiyaç duyulması sebebiyle, büyük kamu yatırımları ve özel sermayeyi iklim ve çevresel eylemlere yönlendirmek amacıyla düzenlemeler yapmaktadır. Avrupa Yeşil Mutabakatının önemli bir diğer boyutu ise, çevresel problemleri AB'nin tek başına çözemeyeceğinden hareketle AB'nin iş birliği içinde olduğu ülkelere de bu kurallara uyulmasını bekliyor olmasıdır.

Avrupa Birliği'ne tam üyelik için aday ülke konumunda olan ülkemizin mevcut politikalarında ve mevzuatında AB hedefleri ve prensipleri doğrultusunda bazı değişikliklerin yapılması zorunlu hale gelmiştir. Bu çerçevede, ülkemiz mevzuatına göre çok daha sıkı hükümler getiren AB çevre mevzuatının iç hukuka aktarılmasına yönelik çalışmalar Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın sorumluluğunda, ilgili kurum ve kuruluşlarla koordinasyon halinde yürütülmektedir.

Ülkemizde kömür, "yerli ve milli" enerji kaynağı olarak yıllardır önemini korumuştur. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından Aralık 2022'de yayımlanan "Türkiye Ulusal Enerji Planı"nda "ülkemizde mevcut planlanan sahaların rezerv geliştirme sürecinde karşılaşılan sorunlar ve güçlükler dikkate alındığında, 2030 yılına kadar 1.7 GW yerli kömür santralının sisteme ilave olacağı öngörülmüştür" ifadesi yer almıştır.

Daha temiz enerjiye geçişin yaygın olarak paylaşılan hedefi ve kömüre olan bağımlılığın azalması muazzam zorluklar, yalnızca kömür sektörü üreticileri ve işçileri için değil, diğer ilgili sektörler için daha geniş etkileri olacaktır. Kömür üreten ülkelerde; enerji altyapısı büyük oranda kömürle çalışan santrallerin etrafında gelişmiştir. Özellikle coğrafi olarak büyük yerleşim yerlerinden uzak ücra bölgelerdeki linyit madenciliğinde yörenin ekonomisi ve gelişmişliği bu kömür işletmesi etrafında kurulmuş ve gelişmiştir. Bu bölgelerde kömür işletmelerin için alınacak kararlar da sürecin uzan süreceği bilinerek, doğru politika ve stratejiler geliştirilerek yapılması ve yürütülmesi gerekmektedir.

Kömürün elektrik üretiminde kullanılmaması tüm dünya için uzun vadeli, toplumsal değişim ve dönüşümü dikkate alarak, hukuksal ve ekonomik yönleri düşünülerek hazırlanması ve uygulanması gereken bir süreç olduğu ve olacağı aşikardır. Enerji arz talep dengesinin gözetilerek kömürden vazgeçme yol haritaları oluştururken, ülkelerin en kötü durum senaryoları üzerinde çalışmaları gerekmektedir. Kömür üretimi emek yoğun bir sektör olup kömür ocaklarının kapatılmasıyla ülkelerde bu işletmelerin olduğu bölgelerde istihdam sorunları ve kömür bölgelerindeki sosyo ekonomik durum ve ekonomiye etkileri de ülkelerin gündeminde bulunmakta ve bu sorunu aşmak için ekonomik, sosyolojik tedbirler alınması yönünde çalışmalar yürütülmektedir. Toplumun bu kesimindeki halkın desteklenmesi için de devletlerin finansman ihtiyacı vardır. Ayrıca, Ukrayna ve Rusya'nın çatışması gibi veya salgın gibi küresel gelişmeler ve beklenmedik olayların da enerji üretimi ve enerji kaynaklarını etkilemesi kaçınılmazdır. Söz konusu çatışma sonucunda, doğal gaz kullanımında Rusya'ya bağımlı olan AB ülkelerinin kömürle ilgili, plan ve stratejilerde öteleme veya yeniden düzenlemeler de yapılmıştır.

TÜRKİYE'DE VE AVRUPA'DA KÖMÜR REZERVLERİ VE KÖMÜRÜN ENERJİ SEKTÖRÜNDE KULLANIMI

FİLİZ SU KARAKAYA

BÖLÜM

2

TÜRKİYE'DE VE AVRUPA'DA KÖMÜR REZERVLERİ VE KÖMÜRÜN ENERJİ SEKTÖRÜNDE KULLANIMI

(FİLİZ SU KARAKAYA)

2.1. TÜRKİYE'DE KÖMÜR

2.1.1. TÜRKİYE'DE KÖMÜRÜN TARİHİNE KISA BAKIŞ

Osmanlı İmparatorluğu'nda kömürün hikayesi, 19. yüzyılın ilk yarısında yelkenliden buhara geçiş yapan donanmanın kömüre olan ihtiyacını karşılamak için yapılan arama çalışmaları sonucunda Sultan I. Mahmud zamanında Fransız asıllı Humbaracı Ahmet Paşa tarafından 1731 yılında Saraybosna'da, daha sonra da Sultan III. Mustafa zamanında, yine Fransız kökenli Baron François de Tott tarafından 1774 yılında İstanbul civarında Yedikumlar mevkiinde bulunan linyit kömürüyle başlamaktadır. Bu döneme ait ilk önemli taşkömürü rezervleri ise 1829 yılında Zonguldak Havzası'nda bulunmuş ancak 1848'den itibaren işletilmeye başlanabilmektedir. Havza, Ortadoğu'nun en zengin maden bölgesi olmasına rağmen buradaki kömürden uzun süre gereği gibi yararlanılamamıştır. Zonguldak Havzası kömürlerinin işletmeye açılmasıyla ilerleyen süreçte Osmanlı, iç tüketimin artması ve fiyatların uluslararası piyasalarda yükselme eğilimi göstermesiyle birlikte, havzada üretimin artırılmasını teşvik etmiştir. 1880'lerde Ereğli havzasında üretim 60 bin ton iken yabancı sermaye işletmeciliğinin bölgeye girmesi sonucunda, istismarcı bir üretim anlayışıyla miktar 1907 yılında 735.000 tona ulaşmıştır. (Apak, 1952). 1. Dünya Savaşı sürecinde bölgedeki üretim gerilemiş olsa da savaş sonrası havza Fransızlar tarafından işgal edilmiş ve üretim 1920 yılında 570.000 tona ulaşmıştır.

Ülkemizde linyit kömürleri ilk defa Tunçbilek havzasında Akkaş Mehmet tarafından 1906 yılında bulunmuş, bu hizmetinden dolayı kendisine Tunçbilek soyismi verilmiştir. (www.tki.gov.tr) 20. yüzyıl başlarında Osmanlı Devleti'nde üretilen maden miktarlarına bakılacak olursa başta maden kömürü gelmektedir. Linyit başta Soma olmak üzere bazı yerlerde keşfedilerek işletilmiş ve çıkarılan linyit, fabrikalarda ve demiryollarında kullanılmıştır (Eldem, 1970).



20. yüzyıl başlarında Osmanlı Devleti'nde üretilen maden miktarlarına bakılacak olursa başta maden kömürü gelmektedir.



Türkiye'deki ilk kömürlü elektrik santrali ise 1914 yılında faaliyete geçen Silahtarağa Elektrik Santralidir. 15 MW kurulu güce sahip olan santral 1983 yılına kadar faaliyet göstermiştir. Santralde yakıt olarak kullanılan yerli taşkömürü, deniz yoluyla Zonguldak'tan getirilmekteydi. Günümüzde "Santral İstanbul" olarak bilinen Silahtarağa Santrali, restore edilerek sanat ve müze binası olarak kullanılmaktadır.

2.1.2. TÜRKİYE'DE KÖMÜR REZERVLERİ

Ülkemiz kömür kaynağı ve üretim miktarları açısından linyitte dünya ölçeğinde orta düzeyde, taşkömüründe (antrasit) ise alt düzeyde değerlendirilebilir. Toplam dünya kanıtlanmış linyit kaynağının %5,5'i, linyit ve alt bitümlü kömür kaynağının yaklaşık %3,4'ü ve antrasit dâhil toplam dünya kömür kaynağının yaklaşık %1,1'i ülkemizde bulunmaktadır. [1]

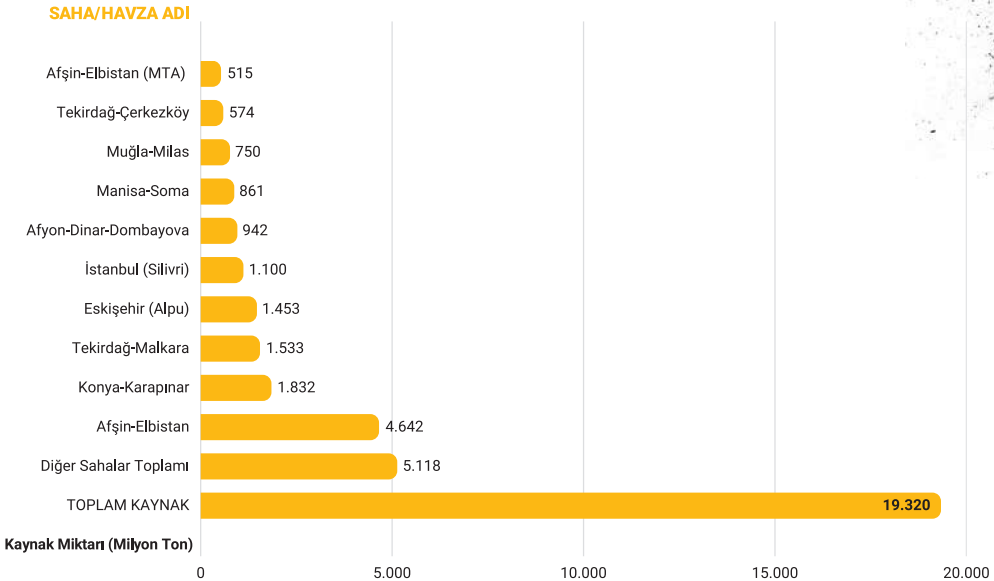
Henüz dünya istatistiklerine kanıtlanmış kaynak rezerv olarak yansımamış olsa da ülkemizde son yıllarda yürütülen arama ve rezerv geliştirme çalışmaları sonucunda kömür kaynağında ciddi bir artış sağlanmıştır. Ülkemizin 19,32 milyar tonu linyit ve asfaltit, 1,52 milyar tonu taşkömürü olmak üzere toplam kömür kaynağı yaklaşık 20,84 milyar ton'dur. Ülkemiz kömür kaynaklarının henüz üçte birinin etüt ve fizibilite çalışmaları tamamlandığı için çok az bir kısmı rezerv olarak nitelendirilmektedir. [2; 3]

Ülkemizde en önemli taşkömürü rezervleri Zonguldak Havzasında bulunmaktadır. Havzada bugüne kadar yapılan rezerv arama çalışmalarında 1200 metre derinliğe kadar tespit edilmiş toplam jeolojik rezerv 1,52 milyar ton olup bunun yaklaşık %48'i görünür rezerv olarak kabul edilmektedir. Havzada koklaşabilir rezervler Kozlu, Üzülmaz ve Karadon bölgelerinde yer almaktadır. Koklaşabilir taşkömürü rezervlerinin toplam rezervler içerisindeki payı yaklaşık %57'dir. 2005 yılına kadar 8,3 milyar ton olarak hesaplanan linyit kaynağımızın çoğunluğu 1976-1990 yılları arasında bulunmuş, bu dönemden sonra kapsamlı rezerv geliştirme etüt ve sondajları yapılamamıştır. [8,3]



Ülkemizin 19,32 milyar tonu linyit ve asfaltit, 1,52 milyar tonu taşkömürü olmak üzere toplam kömür kaynağı yaklaşık 20,84 milyar ton'dur.





Şekil 1: Türkiye'nin Önemli Linyit Sahaları ve Kaynak Rezerv Miktarları [4]

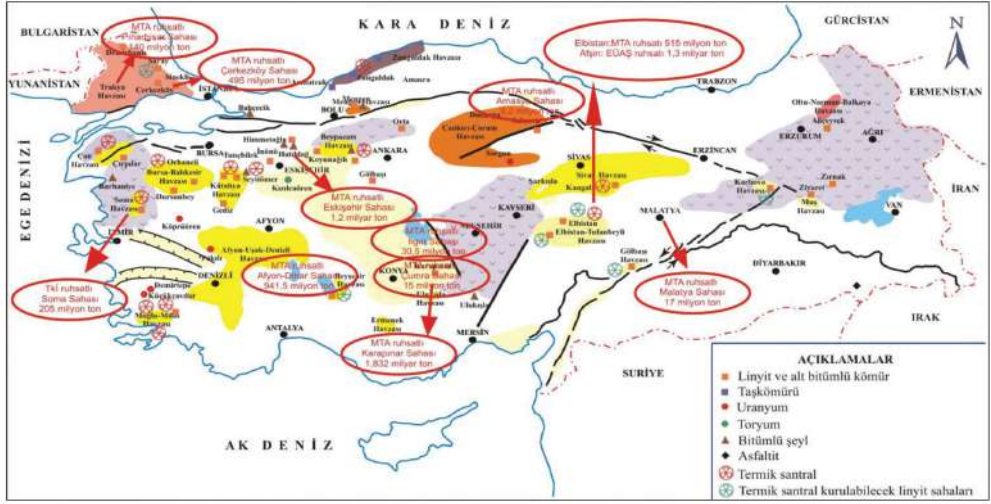
Ülkemizde linyit kaynakları, çoğunluğu 1976-1990 yılları arasında bulunmuş rezerv çalışmaları sonucu 2005 yılına kadar 8,3 milyar ton olarak hesaplanmış, bu dönemden sonra kapsamlı rezerv geliştirme etüt ve sondajları yapılamamıştır. “*Linyit Rezervlerimizin Geliştirilmesi ve Yeni Sahalarda Linyit Aranması Projesi*” TKİ koordinatörlüğünde, MTA'nın sorumluluğunda ve ETİ Maden, TP, EÜAŞ, TTK ve DSİ'nin de katılımıyla 2005 yılında başlatılmış ve 2012 yılına kadar süren proje kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda; önemli kömür kaynağı artışları sağlanmıştır.

Daha sonra kapsamı genişletilerek MTA koordinatörlüğünde yürütülen “*Türkiye Maden ve Jeotermal Kaynak Rezervlerinin Geliştirilmesi ve Yeni Sahaların Bulunması Projesi*” çalışması kapsamında; Trakya, Manisa-Soma-Eynez, Eskişehir-Alpu, Afşin-Elbistan ve Konya-Karapınar'da ilave linyit kaynakları tespit edilmiştir. Böylece, 8,3 milyar ton olarak bilinen linyit kaynağımız 2019 yıl sonu itibariyle toplam 19,32 milyar tona ulaşmıştır (www.tki.gov.tr). Ancak, uluslararası kuruluşların raporlarında ise kanıtlanmış linyit rezervimiz halen 10,98 milyar ton olarak görünmektedir [8].

Linyit kaynağımız %58,3'ü üç kamu kuruluşunun ruhsat alanında bulunmaktadır. Bu kurumlar; Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ, 2020), Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ, 2019) ve Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'dür (MTA, 2020). Linyit kaynağımızın %41,7'si ise özel sektör ruhsat sınırları içinde bulunmaktadır. Kamuda linyit kaynaklarının %44,73 ile en büyük kısmı EÜAŞ'ın, %10,87'si ise TKİ ruhsatındadır.

Tablo 1: Kurumlara ait Linyit Kaynakları (bin ton – 2021 yıl sonu) (www.tki.gov.tr)

Kurumlar	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam
EÜAŞ	v.y.	v.y.	v.y.	8.644.100
TKİ	1.979.368	489.441	1.560	2.101.847
MTA	515.000	-	-	515.000
Özel Sektör	v.y.	v.y.	v.y.	8.063.231
TOPLAM	-	-	-	19.324.178



Şekil 2: Türkiye'de Kömür Sahaları ve Yaklaşık Kaynak Miktarları [4]

2.1.3. TÜRKİYE'DE KÖMÜR ÜRETİMİ

TÜİK, 2022 yılı verilerine göre 2021 yılında satılabilir kömür üretimi;

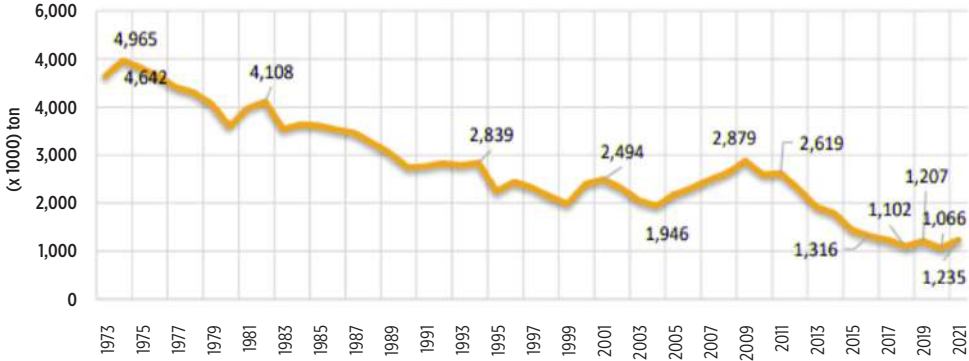
- » 72,82 milyon ton linyit ve asfaltit;
- » 1,24 milyon ton taşkömürü,

olmak üzere toplam 74,06 milyon ton olarak gerçekleşmiştir.

Ülkemizde taşkömürü üretimi

Ülkemizde taşkömürü madenciliği Zonguldak Taşkömürü Havzasında Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) tarafından, TTK'nın imtiyaz sahasında rüdevans usulü ile çalışan özel sektör firmaları ve yine TTK tarafından ruhsat devri yapılarak işletmecisi olan firmalarca gerçekleştirilmektedir. [1]

1970'lerde yılda ortalama 5 milyon ton civarında üretilen taşkömürü geçen süreçte azalarak devam etmiş, 2005 yılında 1.95 milyon ton seviyelerine kadar gerilemiş, 2010 ve 2011 yıllarında sırası ile 2.88 milyon ton ve 2.62 milyon ton seviyelerine ulaşmış ise de sonraki yıllarda tekrar düşüşe geçmiş ve 2021 yılında 1.24 milyon tona kadar gerilemiştir.



Şekil 3: Türkiye Taşkömürü Satılabilir Üretimleri (TTK, 2021) (Erişim tarihi: 05.12.2022)

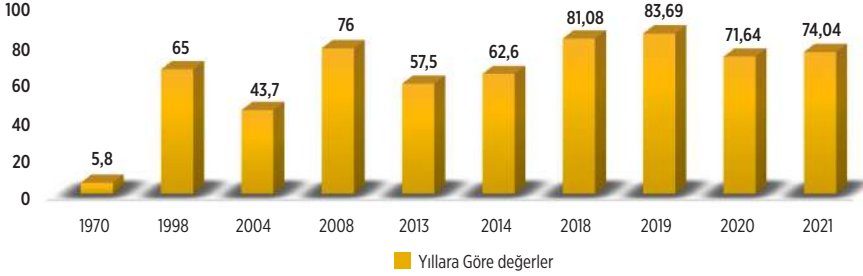
2010-2021 dönemi TTK ve özel sektör tarafından üretilen taşkömürü miktarları da aşağıdaki Tabloda görülmektedir.

Tablo 2: Türkiye'deki Taşkömürü Üretim Rakamları 2021 (ton) (TTK)

Yıllar	TTK Üretimi	Özel Sektör Üretimi	Havza Toplamı
2010	1.708.844	883.074	2.591.918
2011	1.592.515	1.026.732	2.619.247
2012	1.457.098	835.157	2.292.255
2013	1.366.509	549.332	1.915.841
2014	1.300.154	488.187	1.788.341
2015	948.573	486.1309	1.434.882
2016	911.002	404.968	1.315.970
2017	823.042	411.212	1.234.254
2018	686.142	415.442	1.101.584
2019	734.316	472.432	1.206.748
2020	712.689	352.862	1.065.551
2021	870.018	365.043	1.235.061

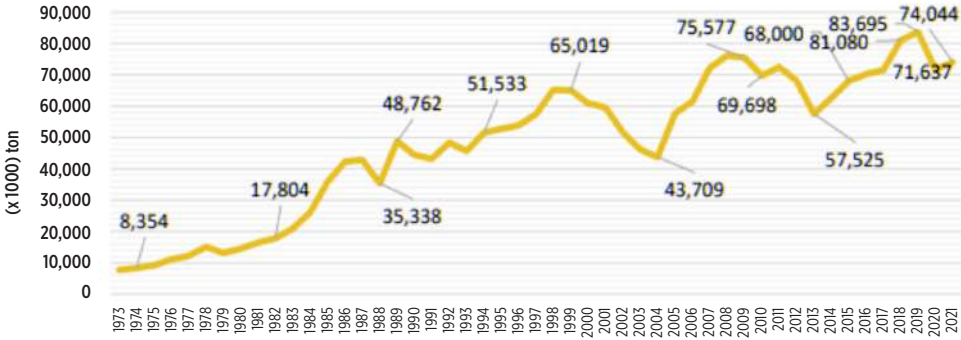
Türkiye'de linyit üretimi

1970'li yılların başlarında tüm dünyada yaşanan petrol ve enerji krizi ülkemizi de etkilemiş, önemli yasal ve idari değişiklikler yapılmıştır. Linyit kömürü kullanılarak elektrik üretimine yönelik santral yatırımları ve bu amaca yönelik linyit saha işletmelerinin açılmaya başlaması ile de hızlanan satılabilir linyit üretimi Şekil 4'te yer almaktadır.



Şekil 4: Yıllar Bazında Türkiye'de Linyit Üretimi (milyon ton)

Ülkemizde son elli yılda sürekli artarak devam eden linyit üretiminde 1988, 2004, 2013 ve 2020 yıllarında düşüş olmuş, sonraki yıllarda ise artarak devam etmiştir. Bu yıllarda gerilemenin sebebi genellikle maden sahalarında meydana gelen heyelanlar ve kazalar nedeni ile üretimde duraksamalar, sahada işletmenin durdurulması ve kanuni düzenlemeler sonucu saha işletme maliyetlerindeki artış olarak sayılabilir.



Şekil 5: Türkiye Satılabilir Linyit+Asfaltit Üretimleri <https://www.tki.gov.tr> (Erişim: 05.12.2022)

2.1.4. TÜRKİYE'DE KÖMÜR TÜKETİMİ

Ülkemizde;

2020 yılında kömür tüketimi;

» 1,08 milyon ton yerli taşkömürü,

- » 38,72 milyon ton ithal kömür,
- » 63,29 milyon ton linyit ve asfaltit,
- » 4,42 milyon ton taşkömürü koku

olmak üzere toplamda 107.51 milyon ton olmuştur.

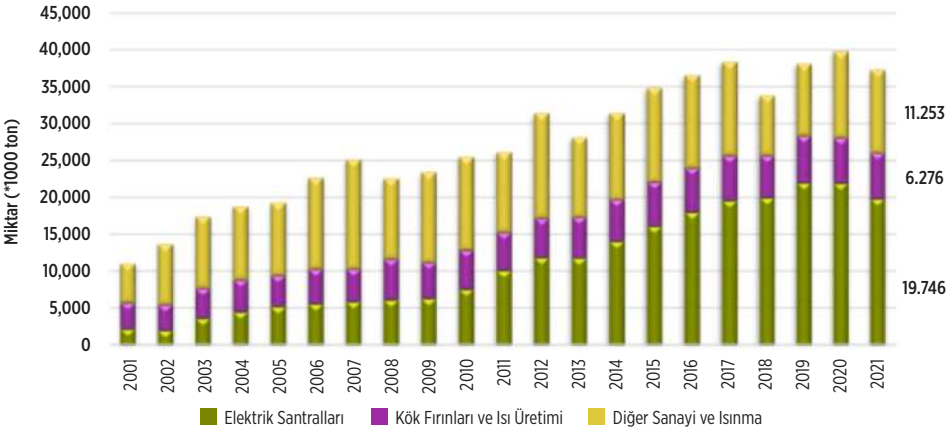
2021 yılında kömür tüketimi ise;

- » 1,24 milyon ton yerli taşkömürü,
- » 36,19 milyon ton ithal kömür,
- » 72,80 milyon ton linyit ve asfaltit,
- » 4,62 milyon ton taşkömürü koku

olmak üzere toplamda 114,85 milyon ton olmuştur.

2020 yılına göre 2021 yılında taşkömürü ile linyit ve asfaltit tüketimi artmış, ithal taşkömürü tüketimde ise bir miktar düşüş olmuştur. [1,6]

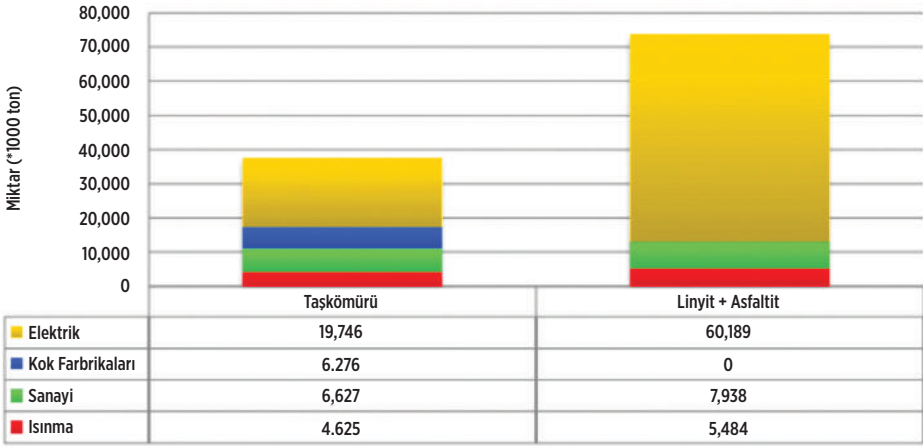
Türkiye’de taşkömürü en çok elektrik santrallerinde tüketilmektedir. 2010’da %20’lerde olan termik santrallerde taşkömürü tüketimi 2020 ve 2021 yıllarında %53 olarak en büyük payı almıştır. Taşkömürü termik santraller dışında %16.83 kok fabrikalarında ve %30.18 oranında diğer sanayi dallarında tüketilmektedir. (www.tki.gov.tr Erişim: 05.12.2022)



Şekil 6: Kullanım Alanlarına Göre Ülkemiz Yerli ve İthal Taşkömürü Tüketimi

Ülkemizde üretilen linyit kömürleri; linyit santrallerinde, sanayi sektörlerinde, konut ve işyerlerinde ısınma amaçlı tüketilmektedir. 1970’li yılların başında linyit kömürü-

nün elektrik üretimi kullanım payı, ısıl değer bazında %20'ler düzeyindeyken sonraki yıllarda giderek artmış ve 2001 yılında %80'e ulaşmıştır. Aynı dönemde konut ve ısınma payı %42'den %7'ye ve sanayi sektörlerindeki tüketim payı da %36'dan %13'e gerilemiştir. 2001 yılından itibaren ise linyitin kullanımında sürecin tersine döndüğü, elektrik üretiminde kullanım payının görece düşerken sanayi sektörleri ile konut ve hizmetlerde kullanım payının ise tekrar yükselmeye başladığı görülmektedir. 2021 yılında yaklaşık 73 milyon ton olan toplam linyit tüketiminin %82'si elektrik ve ısı üretiminde, %10,8'i sanayi sektöründe, %7,5'i ise konut ve işyerlerinde gerçekleşmiştir. <https://www.tki.gov.tr> (Erişim: 05.12.2022)

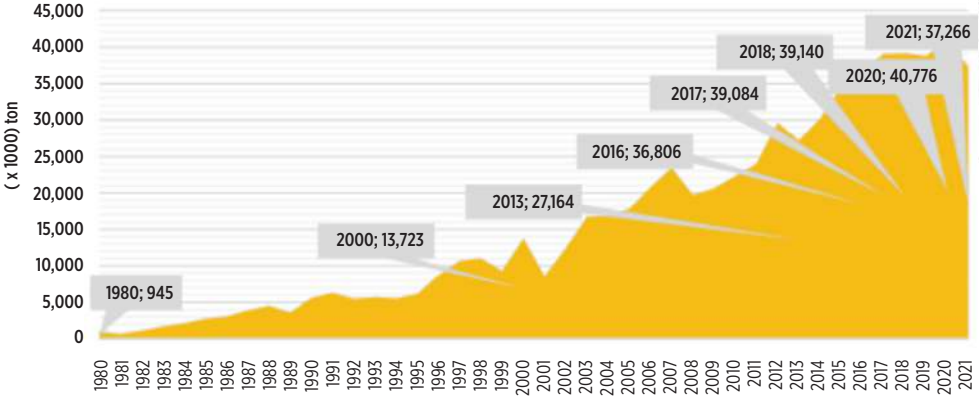


Şekil 7: Kömür Arzının Sektöre Göre Tüketim Dağılımı (www.tki.gov.tr)

2.1.5. TÜRKİYE'DE KÖMÜR İTHALATI

Ülkemizde; kömür ithalatı, kok kömürü dahil, 1970'li yıllarda son derece düşük miktarlarda başlamış, 1980 ve 1990'lı yıllarda giderek artarak, 2000'li yıllarda 15 milyon tonun üzerine çıkmıştır. Sonraki yıllarda kömür ithalatı ise aşağıdadır. <https://www.tki.gov.tr/yayinlar> (Erişim tarihi: 05.12.2022)

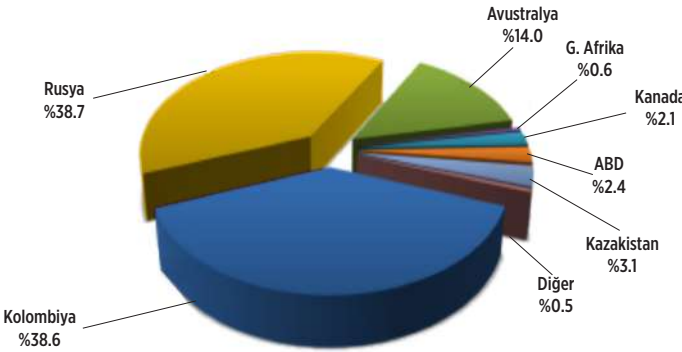
- » 2017 yılı 39,08 milyon ton,
- » 2018 yılı 39,14 milyon ton,
- » 2019 yılı 38,79 milyon ton,
- » 2020 yılı 40,3 milyon ton,
- » 2021 yılı 37,27 milyon ton



Şekil 8: Türkiye'de Kömür İthalatının yıllara Göre Değişimi

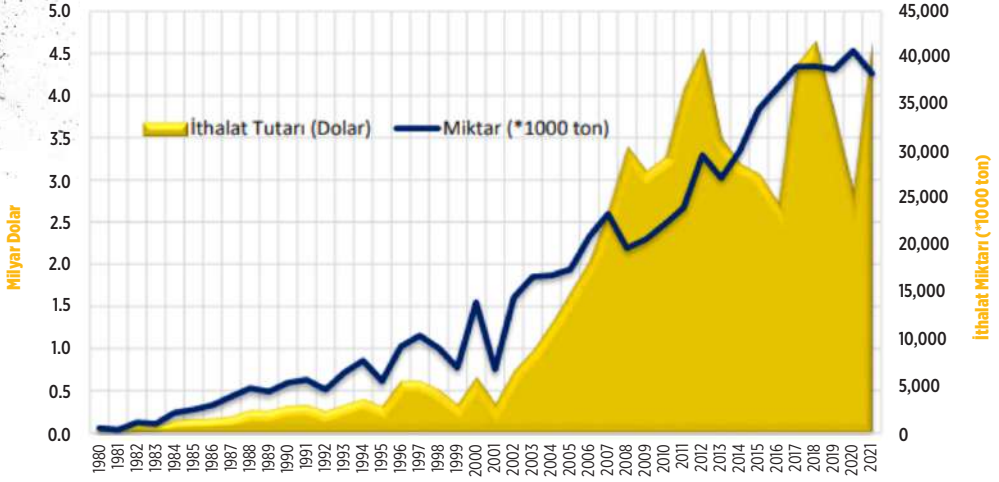
2000'li yıllarda kömür ithalatında artışın en önemli nedeni, elektrik üretimi amaçlı kullanılan kömüre olan talep artışı olarak görülmektedir.

2021 yılında en fazla kömür ithalatı Rusya Federasyonu (14.4 Milyon ton) ve Kolombiya'dan (14.35 milyon ton) yapılmıştır. Bu iki ülkeyi Avustralya (5 Milyon ton) izlemektedir. Güney Afrika, Kanada, ABD, ve Kazakistan kömür ithal edilen diğer ülkelerdir. <https://www.tki.gov.tr/yayinlar> (Erişim tarihi: 05.12.2022)



Şekil 9: Kömür İthalatında Ülke Payları (www.tki.gov.tr)

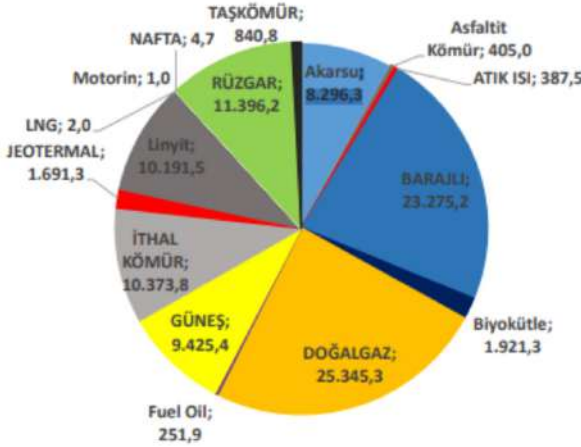
Ülkemizde, kömür ithalatı 2004, 2006, 2008 ve 2011 yıllarında sırası ile 1 milyar ABD Dolar, 2 milyar ABD Dolar, 3 milyar ABD Dolar ve 4 milyar ABD Dolar seviyesini geçmiştir. 2012 yılında yaklaşık 4,6 milyar ABD Dolar olan kömür ithalat tutarı, uluslararası piyasalarda gerileyen kömür fiyatlarının etkisi ile 2013 yılında 3,5 milyar ABD Dolar ve 2014 yılında 3,2 milyar ABD Dolar olmuştur. 2020 ve 2021 yıllarında ise uluslararası piyasada bir miktar düşen kömür fiyatlarının da etkisiyle yaklaşık 2,9 Milyar ABD Dolar ve 4,5 Milyar ABD Dolar olmuştur. (MTA, 2022). Yıllar itibariyle ithalata ödenen döviz ile yıllık ortalama ithalat miktarları Şekil 10'da verilmektedir.



Şekil 10: Yıllar İtibariyle Kömür İthalatı ve İthalata Ödenen Döviz Tutarları (www.tki.gov.tr)

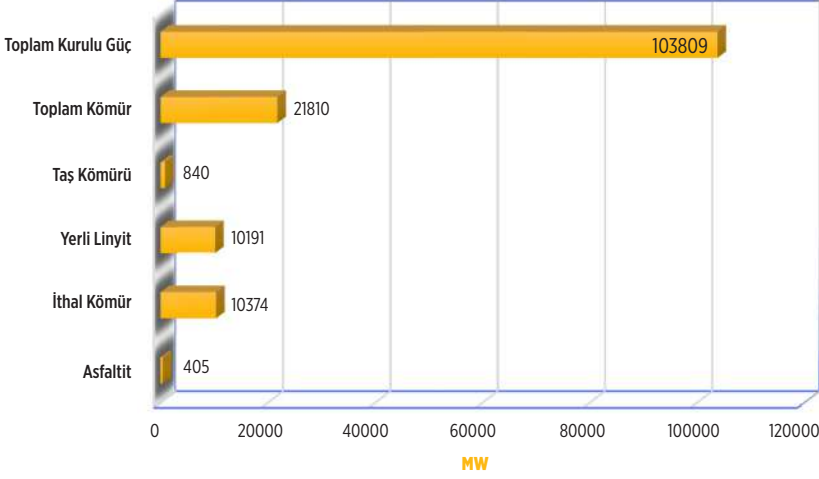
2.1.6. TÜRKİYE'DE KÖMÜRÜN ELEKTRİK ÜRETİMİNDE KULLANIMI

Türkiye elektrik kurulu gücü 2022 yıl sonu itibarı ile 103.8 GW'a ulaşmıştır. (www.teias.gov.tr) Bu kurulu gücün içerisinde 405 MW asfaltit, 10.374 MW ithal kömür, 10.191 MW linyit ve 841 MW taşkömürü santral bulunmaktadır.



Şekil 11: Türkiye Kurulu Gücü Kaynaklara Göre Dağılımı (MW) (Aralık 2022 (www.teias.gov.tr))

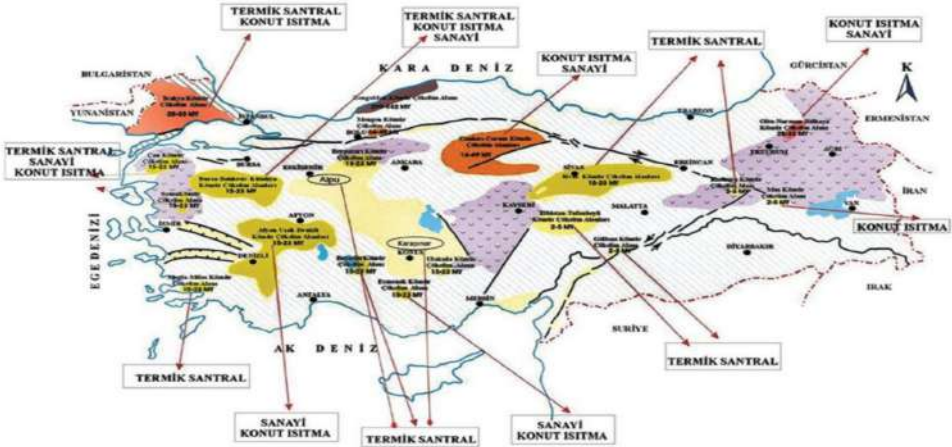
Kömürden elektrik üreten santral kurulu gücünde 2020 ve 2021 yıllarına göre bir artış kaydedilmemiş, toplamda 21.811 MW olup ülkemizin toplam kurulu gücünde kömür santrallerinin payı %21'dir.



Şekil 12: Kömüre Dayalı Kurulu Güç ve Toplam Kurulu Güç (2022 Yılı Sonu) (MW)

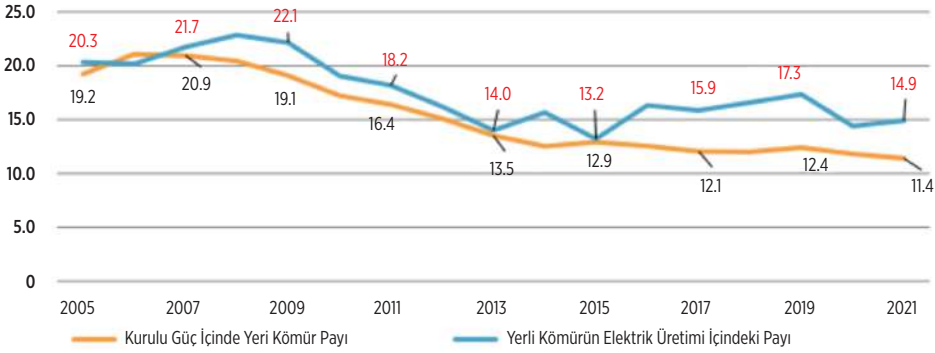
Türkiye’de taşkömürü tüketiminde elektrik santrallerinin payı giderek artmaya devam etmektedir ve 2021 yılında da en büyük pay 2020 yılı tüketiminde olduğu gibi %53’lük oranla termik santrallerin olmuştur. On yıl önce %20 düzeyinde olan söz konusu pay 2021 yılı itibariyle %53 düzeyine gelmiştir. Geriye kalan taşkömürü tüketimi ise %16,83 oranında kok fabrikaları ve %30,18 oranında diğer sanayi olarak gerçekleşmiştir.

2021 yılında linyit arzının bir önceki yıla benzer olarak %82’si elektrik üretimi ve ısı üretiminde tüketilmiştir. Sanayi sektörlerinde kullanım payı %10,8 ve konut işyerlerinde kullanım payı ise %7,5 düzeyindedir (TÜİK 2022).



Şekil 13: Önemli Kömür Sahaları ve Potansiyel Kullanım Alanları (MTA) (erişim 02.02.2022)

Ülkemiz toplam elektrik kurulu gücü ve brüt elektrik üretimi içindeki yerli kömürün payı son 30 yılda düşüş eğilimindedir. 1986 yılında %37,3 düzeyine kadar yükselen kurulu güç içindeki pay 2004 yılında %18,4'e gerilemiş, 2005 ve 2006 yıllarında devreye alınan Çanakkale Çan ve Afşin-Elbistan B termik santralleri ile %21'e yükselmiş ancak, sonraki yıllarda yeni bir yatırımın devreye girmemesi nedeniyle 2013 yılında yerli kömürün kurulu güç içindeki payı %13,5 ve 2014 yılında ise %12,5 olarak gerçekleşmiştir. [1,6] 2015 yılında, Adana ve Bolu'da devreye alınan iki yeni termik santral ile yerli kömüre dayalı santrallerin toplam kurulu güç içerisindeki payı %12,9 düzeyine yükselebilmektedir. 2019 yılı sonu itibarıyla ise yerli kömürün kurulu güç içindeki payı %12,4 seviyesinde iken 2020 yılında devreye giren herhangi bir santral olmamış ve yerli kömür payı %11,8'e gerilemiştir. [1,6] (Şekil 14)



Şekil 14: Yerli Kömürün Kurulu Güç ve Brüt Elektrik Üretimi İçindeki Payı

Ülkemizde, 2004 yılına kadar brüt elektrik üretimi içindeki yerli kömür payı düşüş seyri izlemiş, ardından 2004-2008 yılları arasında bir miktar artış göstererek %16,5 seviyesinden %23 seviyelerine yükselmiştir. 2008-2015 yılları arasında %13 seviyelerine gerileyen yerli kömürün elektrik üretimindeki payı 2015 yılından itibaren artış göstermiş ve 2019 yılında % 17,3 seviyesine çıkmıştır. 2020 yılı başında baca gazı filtreleri ile ilgili problemler nedeni ile yerli kömüre dayalı bazı termik santrallerin üretimlerinin bir süre durdurulması ve Covid-19 Pandeminin de bu sürece ilave olumsuz etkileri nedeni ile yerli kömürün elektrik üretimi içindeki payı 2021 yılında %14,9, 2022 yılı için ise %14 seviyesinde kalmıştır.

1990'ların başında 10.000 MW seviyelerinden olan ülkemizin elektrik kurulu gücü son 30 yılda ülkemizin büyümesine, sanayileşmesine ve teknolojik gelişmelere bağlı artan enerji ihtiyacına paralel olarak yaklaşık 10 kat artarak 2022 yılında 100.000 MW'ı geçmiş, yine 90'lı yılların başında 40 milyar kWh olan yıllık elektrik üretimi ise yaklaşık 8 kat artışla 2022 yılında 311 Milyar kWh'e ulaşmıştır. Aynı dönem içinde yerli kömürün kurulu güçteki payı 4000 MW seviyelerinden 11.365 MW'a, elektrik üretimindeki payı ise yıllık 20 milyar kWh'den 49,4 milyar kWh'e yükselmiştir. Son

30 yılda Türkiye'nin toplam kurulu gücü 10 kat, elektrik üretim miktarı yaklaşık 8 kat artarken yerli kömüre dayalı kurulu güç ve elektrik üretim miktarı ise yaklaşık 2,5 kat artış göstermiştir. 2022 yılı Türkiye toplam elektrik üretimi içindeki kömür kullanım oranı % 26.7 ithal kömür ve % 15.9 yerli kömür (linyit+asfaltit+taşkömürü) olmak üzere % 42 olarak gerçekleşmiştir. [1]

Ülkemizde 10.191 MW kurulu gücünde 146 adet linyit, 10.373 MW kurulu gücünde 16 adet ithal kömür, toplam 841 MW kurulu gücünde 4 adet taşkömürü ve 405 MW kurulu gücünde 1 adet asfaltit kömür santrali işletmededir. (www.enerji.gov.tr)

2.2. AVRUPA'DA KÖMÜR

Dünyada, 79 ülkede toplam 2.100 GW kurulu gücünde 2.400'ün üzerinde kömürlü termik santral bulunmaktadır. Ayrıca, 176 GW kurulu güce sahip 189'un üzerinde kömür santral yapım, 280 GW kurulu güce sahip 296 santral de planlama aşamasında bulunmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ve diğer kurumların araştırmalarına göre, iklim değişikliği ile mücadele için yapılan çalışmaların başarılı olması için gelişmiş ülkelerde 2030 yılına kadar, diğer ülkelerde ise takip eden yıllarda yeni kömürlü termik santral inşa edilmemesi ve mevcut santrallerin kapatılmasına yönelik kararlar alınmakta ve bu doğrultuda uygulamalar yapılmaktadır.

Avrupa Birliği üyesi 27 ülkede 2020 yılında toplam 10.1 GW kurulu gücündeki kömür santrali emekliye ayrılmış, ancak aynı yıl Çin 38.4 GW gücünde yeni kömürlü termik santral devreye aldığından ABD (11.3 GW) ve AB ülkeleri ve dünyanın geri kalan ülkelerinde toplam 37.8 GW ile yaşanan küçülmeden büyük olması yeni kömür santrali kurulu gücünün 2015 yılından beri dünyada ilk defa artmasına neden olmuştur. Çin, dünyada işletmeye alınan yeni kömürlü termik santral kurulu gücündeki payını 2019 yılındaki %64'ten 2020 yılında % 76'ya çıkararak, küresel kömürlü termik santral filosunun 2020 yılında 12,5 GW büyümesine neden olmuştur. (www.iea.org)

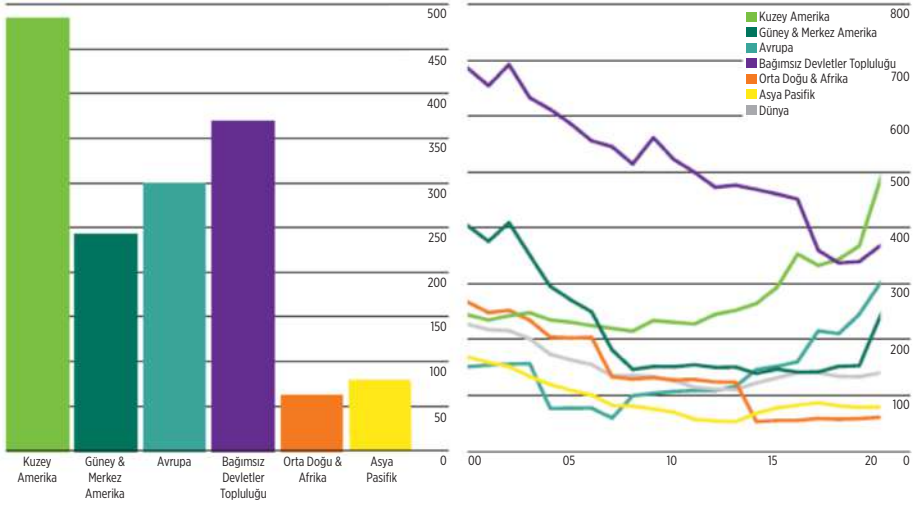
Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2011 yılından buyana her yıl yayımladığı "Kömür Raporuna" göre toplam elektrik talebi, 2021 yılında %5,2 artmış olup bu artışta pandemi sonrası küresel ekonomideki toparlanma



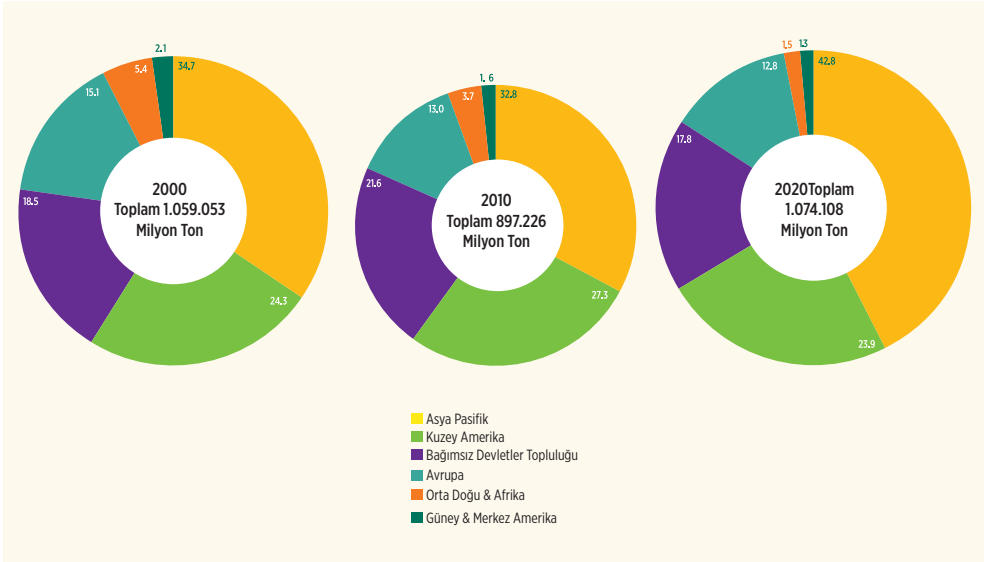
Dünyada 176 GW kurulu güce sahip 189'un üzerinde kömür santral yapım, 280 GW kurulu güce sahip 296 santral de planlama aşamasında bulunmaktadır.



ve olumsuz hava koşulları nedeni ile tüketimin yükselmesinin payı bulunmaktadır. Ayrıca, meteorolojik şartlara bağlı olarak hidroelektrik santrallarda üretimin düşmesi ve bazı bölgelerde zayıf rüzgar koşullarının etkisi de bulunmaktadır. Bu nedenlerle enerji sektöründe kömür tüketiminde kömür kullanılarak elektrik üretimi %8 yükselerek 762 TWh'e ulaşmıştır. (www.iea.org)



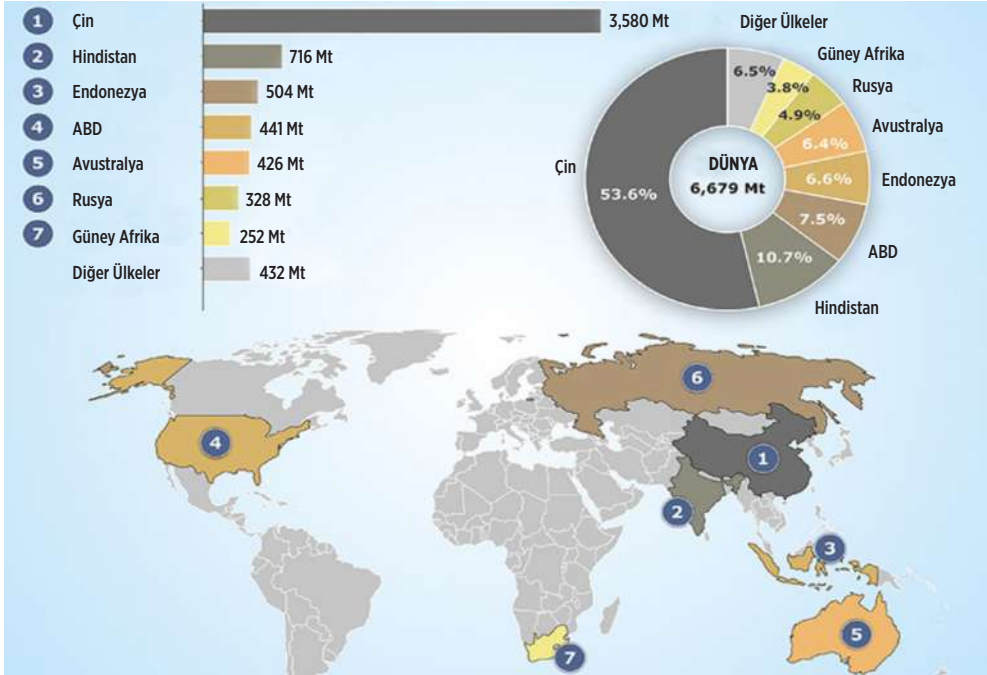
Şekil 15: Belirli Bölgelerde Kömür Rezerv/ Üretim (R/P) Oranları
(BP Statistical Review of World Energy 2021)



Şekil 16: Dünyada 2000, 2010 ve 2020 Yıllarında Kanıtlanmış Kömür Rezervlerin Dağılımı

2021 yılında küresel birincil enerji tüketiminin yaklaşık %27'sini kömür oluşturmuştur. Bu değerle kömür aynı yıl için ham petrolün ardından ikinci enerji kaynağı olmuş, küresel elektrik üretimindeki %36'lık payıyla da diğer tüm enerji kaynaklarından daha fazla paya sahip olmuştur. Fosil yakıtlar arasında en büyük küresel rezerve sahip enerji kaynağı olan kömürden üretilen elektrik azalmaya başlamış olsa da halen küresel CO₂ emisyonunun %40'ını oluşturmaktadır.

Tüm dünyada son 30 yılda, özellikle de son 10 yılda hızla gelişen yenilenebilir enerji kaynaklarının genişletilmesine yönelik çalışmalar, kömürün dünyada çok büyük miktarlarda kullanılmasının önüne henüz geçememiştir. 2020 yıl sonu değerlerine göre küresel kömür rezervlerine bakıldığında, dünya çapında teyit edilen kömür rezervleri, 754 milyar ton taşkömürü ve antrasit 324 milyar ton linyit olmak üzere toplam 1078 milyar tona ulaşmıştır. (www.enerji.gov.tr). Taşkömürü ve linyit rezervleri ve kaynakları değerlendirildiğinde jeolojik açıdan on yıllar boyunca öngörülen talebi karşılayabileceği düşünülebilir. [13,12]



Şekil 17: Dünyada En Büyük Taşkömürü Üreticisi Ülkeler (2020) [13] (<https://www.bgr.bund.de/erisim:02.02.2023>)

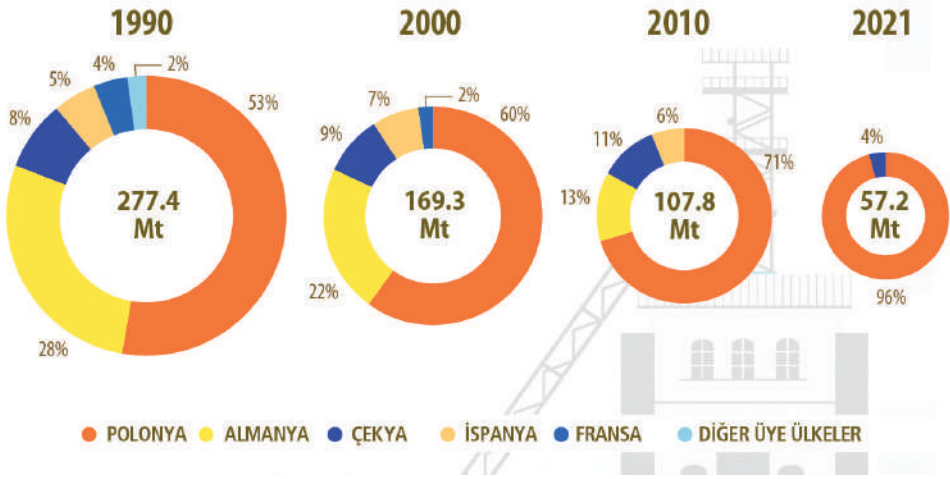
2.2.1. AB'DE KÖMÜR REZERVLERİ

Uluslararası Enerji Ajansı tarafından Aralık 2022'de yayımlanan "Kömür" Raporunda 2022 yılında kömür talebindeki en büyük artışın Hindistan'da, (+%7/+70 Mt),

ardından Avrupa Birliği (+%6/+29 Mt) ve Çin (+%0,4/+18 Mt) olmasının beklendiği belirtilmektedir. Ancak AB bölgesinde rekor yüksek doğal gaz fiyatları, düşük hidroelektrik üretimi ve nükleer santrallarda bakımla ilgili kapatmalar sonucu geçici olarak kömüre geçiş yapıldığı da yer almıştır.

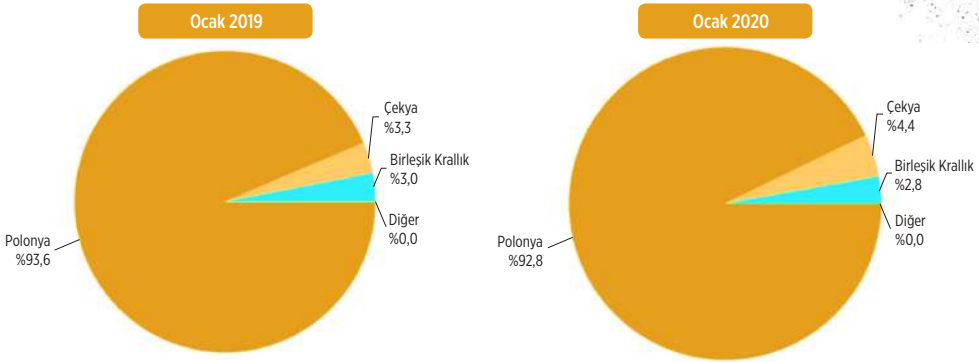
2.2.2. AB'DE KÖMÜR ÜRETİMİ

AB ülkeleri hâlihazırda enerji ihtiyacını birincil enerji kaynakları olarak kabul edilen petrol, doğalgaz, kömür ve uranyumdan karşılamaktadır. AB'nin 2000'li yıllarda başlayan "Yeni Enerji Politikası"nı uygulanmasıyla enerji talebinde azalmaya ve kullanılan enerji kaynaklarında da bir değişime yol açacağı beklenmesine rağmen, Avrupa dışı enerji kaynaklarına olan ihtiyacının bir süre daha devam edeceği öngörülebilir. AB'de taşkömürü üretimi 1990 yılından itibaren azalarak devam etmiştir. 1990 ve 2020 yılları arasında taşkömürü üretimi %80 oranında azalarak, 1990 yılında 277.4 milyon ton iken 2020 yılının bu değer 56.5 milyon tona gerilemiştir. 1990 yılında AB'nin 13 üye ülkesinde taşkömürü üretiliyorken 2021 yılında taşkömürü üretimi yapan ülkeler sadece Polonya ve Çekya olmuştur. Avrupa'daki diğer ülkeler ise taşkömürü üretimini durdurmuşlardır.

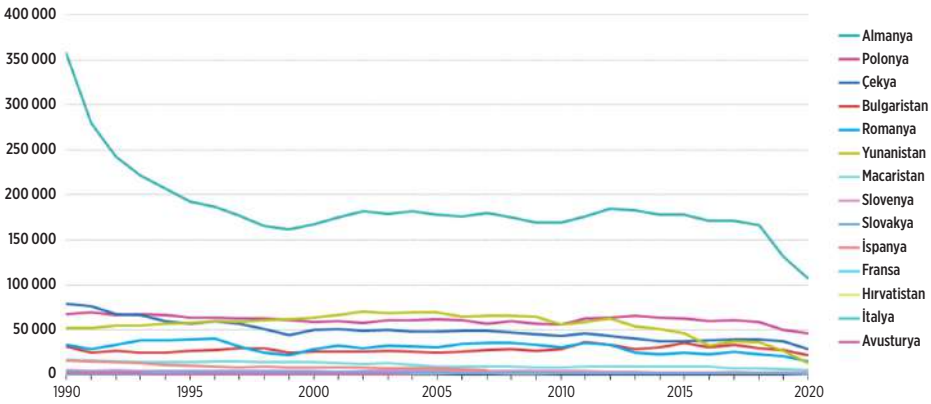


Şekil 18: AB'de Taşkömürü Üretimi (1990 - 2021) (milyon ton)

AB'deki ana taşkömürü üreticilerinin 2019 ve 2020 yıllarındaki üretim oranlarının yüzdelerine bakıldığında 2019 yılı Ocak ayı verilerine göre en büyük taşkömürü üreticisinin %93,6 ile Polonya olduğu görülmektedir. Polonya'yı %3,3 Çekya takip etmektedir. 2020 yılının Ocak ayı referans alındığında ise Polonya'nın taşkömürü üretiminde %0,8 azalma olduğu Çekya'nın ise %1,1 artış gösterdiği görülmektedir. (Şekil 19)

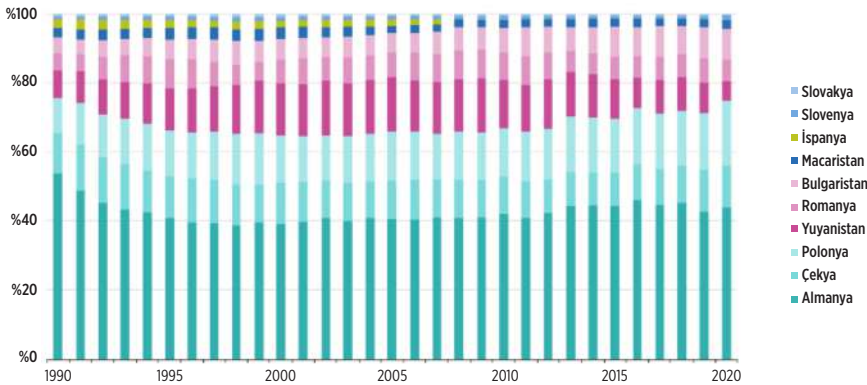


Şekil 19: AB'de Ana Taşkömürü Üreticilerinin Üretim Oranları (%)



Şekil 20: AB Ülkelerinde Yıllar İtibariyle Linyit Üretim

AB'de 1990 yılı linyit üretim verilerine bakıldığında on dört üye devletin toplam 671.000 kt linyit ürettiği görülmektedir. Bu üretim 2019'da 308.000 kt'a, 2020 yılında ise 244.000 kt'a düşüş göstermiştir. [12] AB üyesi dokuz ülkede linyit üretimi devam etmektedir. Bu üretimde %44'lük bir oranla Almanya ciddi bir paya sahiptir. [12]



Şekil 21: AB Üye Devletlerde Yıllara Göre Linyit Üretimi (1990-2020) (Toplam AB Üretimi %)

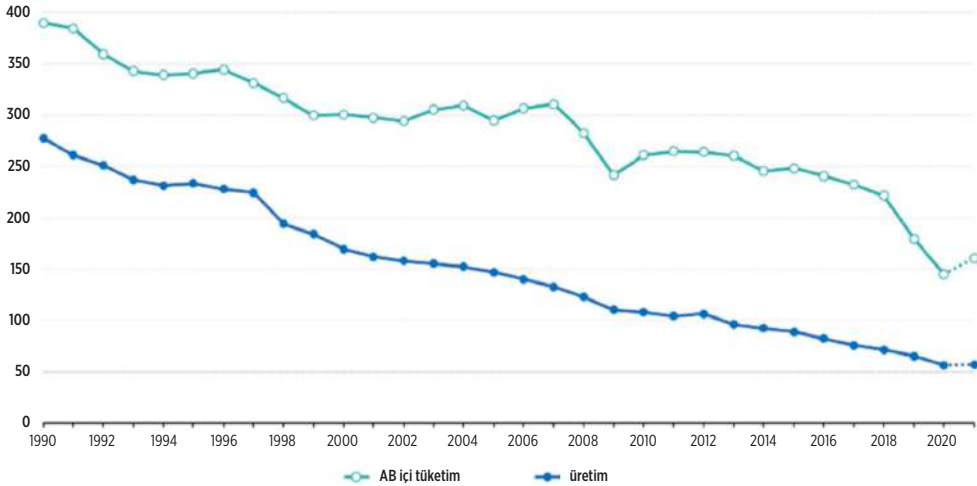
AB ülkeleri Paris İklim Anlaşması ve COP26'da verilen taahhütler ve ülkelerin ulusal iklim planları hedefleri doğrultusunda 2013-2021 arasında kömür üretim ve tüketim değerlerini azaltmışlardır. Ancak 2022 Şubat'ta Rusya-Ukrayna çatışması sonraki süreçte enerji fiyatlarındaki yükseliş ve enerji arz güvenliğinin sağlanması amacı ile bazı ülkelerde kömürden elektrik üretimine dönüşmüştür.

AB üye ülkelerde kömür üretimi 2020 yılında 302 milyon ton iken, 2021 yılında 332 milyon tona 2022 yılında ise 357 milyon tona yükselmiş, 2025 yılında 289 milyon tona gerilemesi beklenmektedir. Bu üretim değerleri ile kömür üretiminde 2020-2021 arasında %10.2, 2021-2022 arasında %7.3 artış olmasına rağmen 2022-2025 döneminde -%6.8 azalış olacağı tahmin edilmektedir. (www.iea.org)

2.2.3. AB'DE KÖMÜR TÜKETİMİ

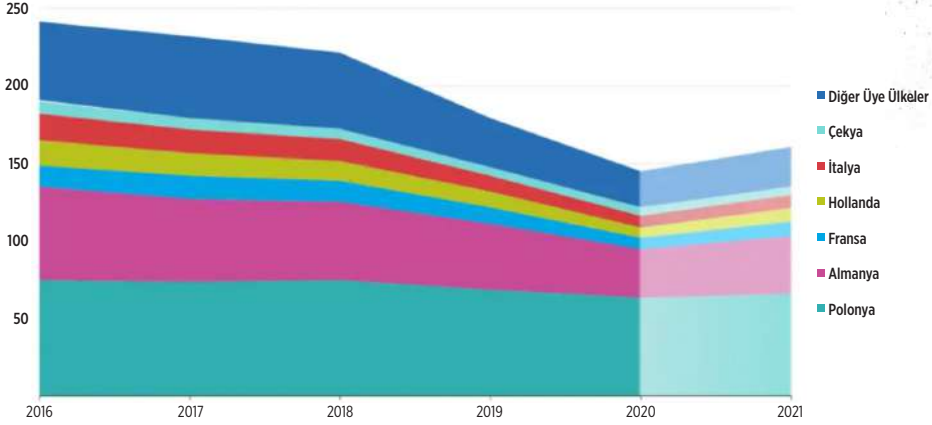
AB'de taşkömürü tüketiminde 1990'lardan itibaren sürekli bir azalma göstermektedir. 1990 ve 1999 yılları arasında düşüş gösteren taşkömürü tüketiminin, 1999 ve 2007 yılları arası yıllık yaklaşık 300 milyon tonda sabitlendiği görülmektedir. 2008 ve 2009 yıllarında ise düşüş gözlenen taşkömürü tüketimi, 2010 ve 2020 yılları arasında yıllık 250 milyon ton civarında istikrarlı tüketimi devam etmiştir. [12]

2021 yılında ise üretim hemen hemen aynı kalmakla birlikte tüketimde bir miktar yükseliş olmuştur.



Şekil 22: Taşkömürünün AB İçi Tüketimi ve Üretimi 1990-2021 (milyon ton)

AB'nin 2020 taşkömürü tüketimi, 2019 yılında yaşanan keskin düşüş sonrası %35 daha azalarak, 144 milyon ton olmuş, ancak 2021 yılında tekrar artışa geçtiği görülmektedir.



Sekil 23: AB Üye Devletler Taşkömürü Tüketimi (milyon ton) (2016-2021) (EUROSTAT)

AB'nin 2020'deki toplam taşkömürü tüketiminin neredeyse üçte ikisini Polonya (%43) ve Almanya (%22) oluşturmuştur. Onları her biri %3 ile %6 arasındaki taşkömürü tüketimleriyle Fransa, İtalya, Hollanda ve Çekya izlemiştir. [12]

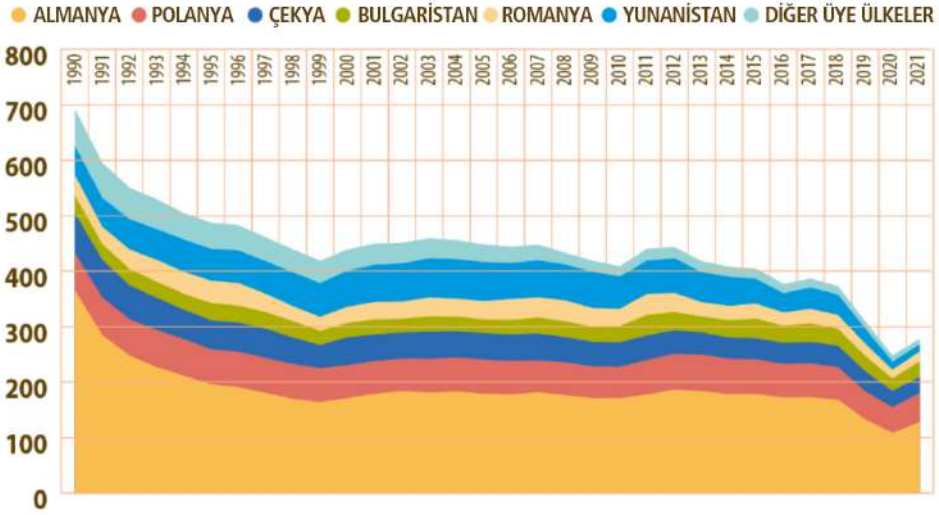
AB'de linyit tüketimi 1990'lardan itibaren azalmaya başlamış, 1999 ve 2010 yıllarında keskin düşüşler görülmüş, 2010 ve 2015 yılları arasında ise yılda 400 ila 450 milyon ton arasında değişim göstermiştir. Tüketimdeki düşüş yönündeki bu eğilim 2016 yılında da devam etmiş ve 2018'de iki yıl öncesine göre %33 daha azalmıştır. 2019'da başlayan hızlı düşüş değeriyle linyit tüketimi 2020 yılında yaklaşık 246 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. AB'de linyit üretim eğilimi, tüketim eğilimine benzerlik göstermektedir. Linyit kömürü en çok tüketilen ülkeler aynı zamanda üreten ülkelerdir. [12]

2021 yılında AB üye ülkelere göre toplam linyit kömürü tüketimi;

- » Almanya %44
- » Polonya %19
- » Çekya %12
- » Bulgaristan %9
- » Romanya %6
- » Yunanistan %6

olarak gerçekleşmiştir.





Şekil 24: AB Üye Ülkeleri Linyit (Kahverengi Kömür) Tüketimi (1990-2021) (milyon ton) (EUROSTAT)

Avrupa Birliği'nin kömür talebi 1990'lı yıllardan bu yana istikrarlı bir şekilde, 2020'de Covid-19 salgını ve olağanüstü düşük gaz fiyatlarının da etkisi ile en düşük tüketimi görmüştür. Ancak; 2021'de daha sıkı gaz piyasaları ve gaz fiyatlarındaki yükselme eğilimi kömür tüketimini tekrar cazip hale getirmiştir. Covid sonrası AB'de ekonomik toparlanma ve daha yüksek gaz fiyatları elektrik sektöründe değişime neden olmuş ve canlanma ve Avrupa Birliği'ndeki kömür tüketimi 2021 yılında %14 artmıştır.

Şubat 2022'de başlayan Rusya-Ukrayna çatışması AB ülkelerinde kömür ve gaz piyasalarını fazlasıyla etkilemiş ve Avrupa ülkeleri Rusya'dan ithal edilen kömürün yerini alarak enerji arzını karşılamak üzere bir dizi önlem almaya başlamışlardır. Rusya'dan gaz ithalatında azalma Avrupa'da zaten kısıtlı olan gaz arzını önemli ölçüde hareketlendirmiş ve gaz fiyatları rekor seviyelere çıkarmıştır. Bu gelişmeler sonucu AB ülkelerinde enerji arz güvenliği önem kazanmış ve arz güvenliği için alınan önlemler ise kömür kullanımını 2022 yılında yeniden yükselmesine neden olmuştur. 2023 yılında da bu şekilde devam edeceği öngörülmektedir. 2021 yılında AB kömür ihtiyacının %45'ini (yaklaşık 52 MT) Rusya'dan ithal etmiştir. Almanya, Polonya ve Hollanda Rusya'dan en çok kömür ithal eden ülkelerdir. (www.iea.org)

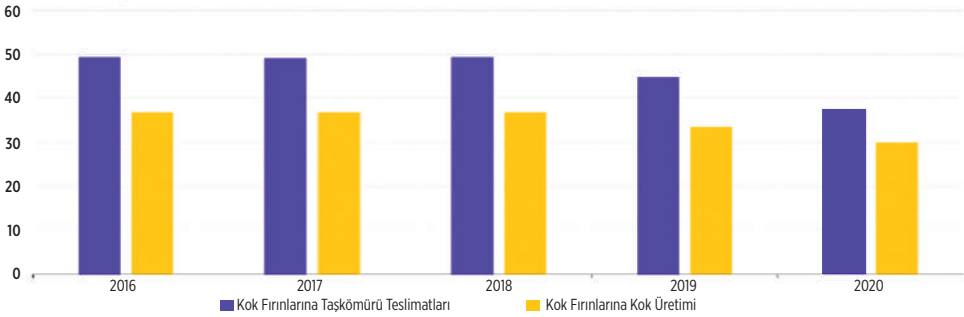
2022 yılında AB enerji sektöründe kömür kullanımının %9 (31 Mt) artacağı öngörülmüş, bu değerle pandemi öncesi 2019 yılı değerlerine yaklaşmış olacaktır. Enerji dışı sektörde kömür kullanımı ise, yüksek enerji fiyatları nedeni ile yaklaşık %2.3 azalmış olup bu düşüşün en önemli nedeni ekonomik kriz nedeni ile düşen demir çelik üretimi olarak görülmektedir.

2.2.4. AB'DE KÖMÜRÜN SEKTÖREL KULLANIMI

Linyit üreten AB üyesi dokuz ülkede, 2019 yılında çıkarılan linyitin %92,8'ini elektrik ve ısı üretiminde, %7,2'sini ise konutlar ve endüstride (özellikle kimya ve petrokimya endüstrisi) kullanılmıştır. Söz konusu ülkeler için kömürün sektörel kullanımı özetle aşağıda yer almaktadır.

- » Slovenya'da linyitin neredeyse tamamı elektrik ve ısı üretimi için,
- » Yunanistan, Romanya ve Polonya'da ise %99'dan fazla bir oranla elektrik ve ısı üretimde kalan kısım ise enerji sektörü (madenler vb.), sanayi ve tarım gibi diğer sektörlerde,
- » Bulgaristan, Çekya ve Almanya gibi diğer Üye Devletlerde linyit, kahverengi kömür briketleri (Bulgaristan, Çekya ve Almanya'da), doğal gaz (Çekya'da) ve kok fırını kok kömürü (Almanya'da) gibi diğer enerji ürünlerini üretmek için de kullanılmıştır.

2021 yılında AB'de 57 milyon ton taşkömürü üretilmiştir. 1990 yılında 13 AB üye ülkesi taşkömürü üretimi yapılırken 2021 yılında sadece 2 ülkede taşkömürü üretilmiştir. Bunlar Polonya (%96) ve Çekya (%4). Benzer şekilde, taşkömürü tüketimi de 1990 yılından bu yana düşmektedir. 2021 yılında taşkömürü tüketimi 160 milyon ton olup taşkömürü tüketimindeki düşüşün ana nedenleri enerji üretimin doğal gaz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına kayması olarak belirtilebilir. Taşkömürü üretimindeki düşüşün ana nedenlerinden birisi ise taşkömürünün ithal ediliyor olmasıdır.



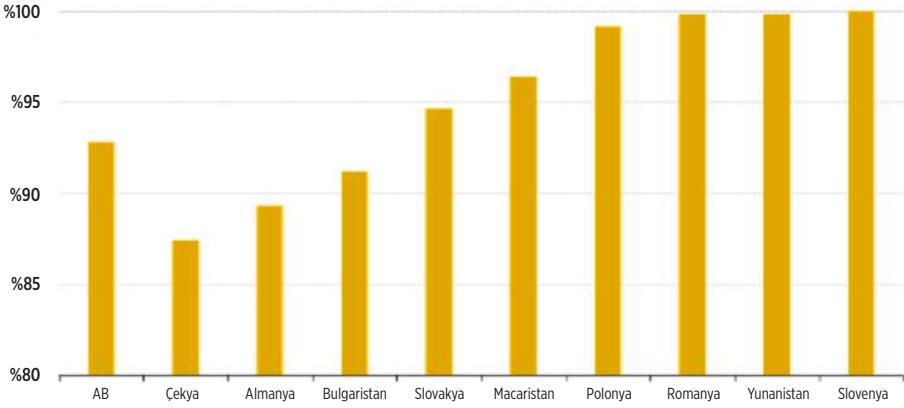
Şekil 25: Kok Fırınlarına ve Kok Fırını Kok Üretimine Taşkömürü Teslimatları 2016-2020 (milyon ton)

Şekil 25'e göre 2019 yılında AB'deki koklaşabilir kömür fabrikalarının 33 milyon ton kok fırını, kok üretmek için 45 milyon ton koklaşabilir taşkömürü tüketimi gerçekleştirmiştir.

2020 yılında kok fabrikaları 30 milyon ton koklaşabilir kömür üretmiş, fakat önceki yıllara kıyasla yeni bir düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir.

Taşkömürüne benzer şekilde AB'de kahverengi kömür, özellikle linyit, tüketimi de azalmakta olup 2021 yılında 277 milyon ton tüketilmiş, linyitin %90'dan fazlası ise

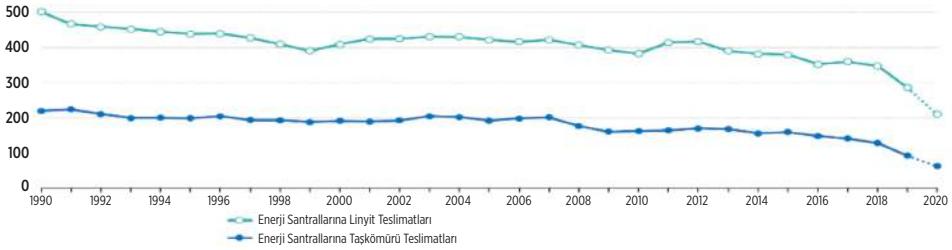
elektrik üretiminde kullanılmıştır. Kahverengi kömürün %97'si 6 ülke tarafından tüketilmekte olup bu ülkeler Almanya (%46), Polonya (%19), Çekya (%11), Bulgaristan (%10) ve Yunanistan (%5).



Şekil 26: Elektrik ve Isı Üretimi İçin Kullanılan Linyit, AB - 2020 (%)

2.2.5. AB'DE KÖMÜRÜN ELEKTRİK ÜRETİMİNDEKİ YERİ

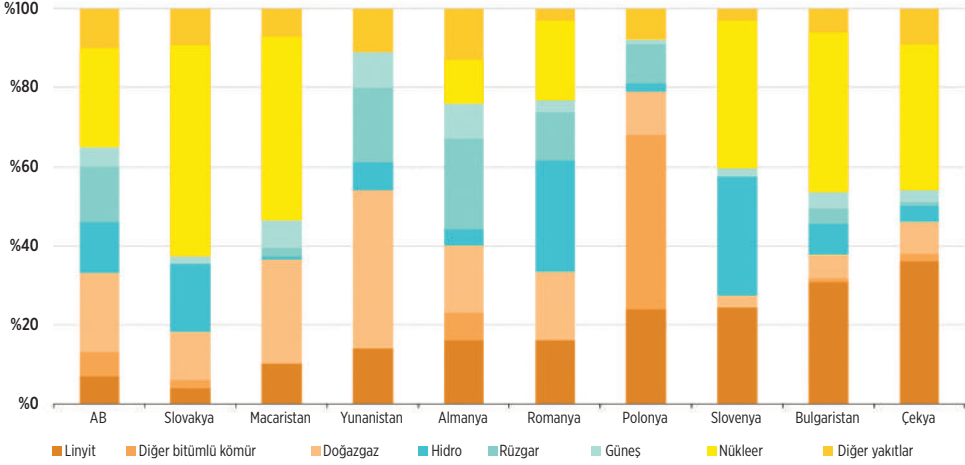
1990'larda AB'de enerji santrallerine yapılan linyit ve taşkömürü teslimatlarındaki düşüş 2012'ye kadar devam etmiştir. Elektrik ve ısı üretiminde taşkömürünün yerini giderek daha fazla doğal gaz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının almasıyla 2013'ten sonra, enerji üretimi için taşkömürü teslimatları düşüş eğilimi daha keskin olmuştur.



Şekil 27: Enerji Santrallerine Linyit ve Taşkömürü Teslimatları, AB, 1990-2020 (milyon ton)

Enerji santrallerine linyit kömürü teslimatları da 2017 yılında hafif bir artış göstermiş olsa da 2013'ten bu yana düşüş eğilimindedir. 2019 itibariyle enerji üretimi için santrallere verilen taşkömürü ve linyit kömüründe önemli ölçüde azalma olmuştur [12]. Ancak 2022 yılında doğal gaz arzındaki sıkıntılar, hava şartları nedeni ile yenilenebilir enerji kaynaklarında yeterli üretim gerçekleşmemesi gibi nedenlerle AB'de elektrik üretiminde kömür kullanımında artış olmuştur. Ancak 2024 yılı itibarı ile bu artışın tekrar düşüşe döneceği öngörülmektedir.

AB’de linyit üreten bazı üye ülkelerde 2020 yılı itibarı toplam elektrik üretiminde kaynakların payı Şekil 28’de verilmektedir. 2020 yılı linyitten üretilen elektrik oranında en yüksek payın yaklaşık %39’la Çekya’ya ait olduğu görülmektedir. İkinci sırada %35 ile Bulgaristan ve onu da üretim değerleri birbirine yakın olmakla birlikte yaklaşık %23 oranıyla Slovenya takip etmektedir. Ancak toplam üretimde kömürün payı en yüksek olan ülke yaklaşık %65 ile Polonyadır. [12]



Şekil 28: Linyit Üreten AB Üye Ülkelerde Toplam Elektrik Üretiminde Yakıt Payları, 2020

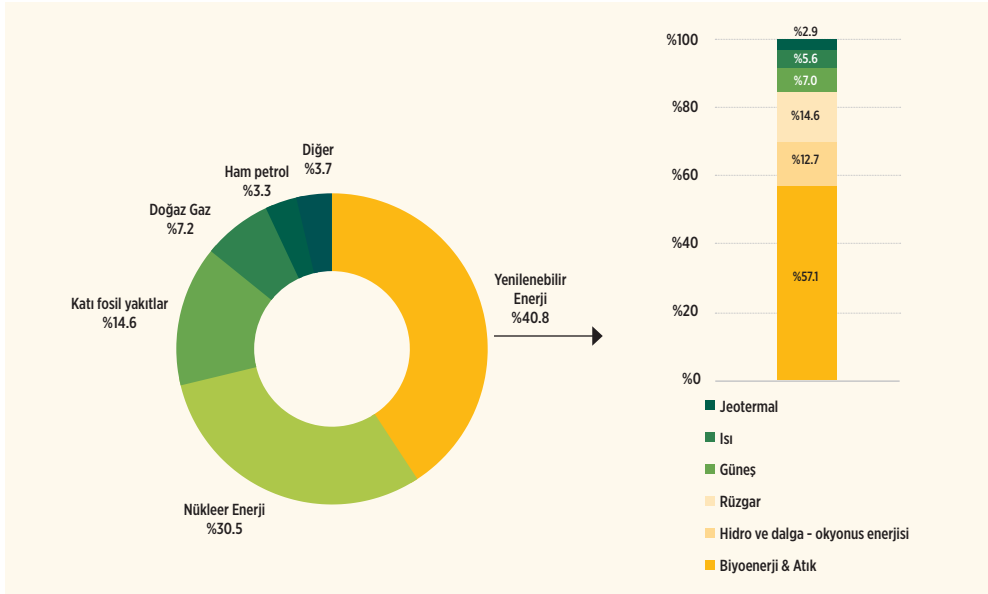
AB’de 2020 yılında üretilen toplam brüt elektriğin %8’i linyite dayalı olmuştur. Bu değer diğer bitümlü kömürlerden biraz daha fazla, ayrıca güneşten üretilen elektrik miktarının da iki katından fazla olmuştur. Yine aynı yıl için AB’de, nükleer enerji ve doğalgazdan üretilen elektriğin, üretilen toplam brüt elektrik içindeki oranı sırasıyla %26 ve %20 olarak gerçekleşmiştir.

Şubat 2022’de başlayan Rusya-Ukrayna çatışmasından en çok etkilenen ülkeler AB ülkeleri olmuştur. Doğal gaz arzında düşüş ve hızla yükselen gaz fiyatları nedeni ile enerji arz güvenliğinin sağlanması amacı ile bazı ülkelerde kömürden elektrik üretiminin payı yükselmiştir. Ayrıca, elektrik arz güvenliği için alınan alternatif önlemlerin yanı sıra gaz kullanımını düşürecek bir dizi politikalar da geliştirilmiştir.

Bazı AB ülkeleri (Almanya, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İspanya, İtalya, Danimarka, Yunanistan, Çekya ve Avusturya) kömür santrallerini tekrar üretim zincirine dahil etmiştir. Almanya toplam 11.6 GW kapasite ile “gazın yerini alacak” kapasiteyi hazırlamış olup 1.9 GW linyit ve 4.3 GW taşkömürü santralını Nisan 2024’e kadar devreye almayı planlamakta, 2.6 GW taşkömürü ve 1.2 GW linyit santralının devreden çıkarılmasını ertelemiştir. Kalan 1.2 GW ise petrol santrali üretimi olmuştur. Buna karşın, AB’de ikinci en büyük kömür tüketen ülke olan Polonya’da kömür santrallerinde eser miktarda artış beklenmektedir.

Bütün bu gelişmeler çerçevesinde, 2022 yılında AB'de elektrik sektöründe kömür kullanımında %9 (31 Mt) artışla 377 Mt olması beklenmekte olup bu değer pandemi öncesi 2019 seviyelerindedir. Enerji dışı sektörlerde kömür kullanımının ise %2.3 civarında düşmesi beklenmektedir. (www.iea.org)

Rusya-Ukrayna çatışması ile başlayan, Avrupa'da gaz arzındaki düşüş nedeni ile Avrupa elektrik piyasalarında kömüre dönüş olduğu görülmekte ise de 2024 yılından sonra piyasalarda kömürden çıkış planlarının tekrar uygulanmaya başlanacağı öngörülmektedir. Almanya, özelinde ise, 6.2 GW taşkömürü ve 2.9 GW linyit santralinin 2021-2025 döneminde kademeli olarak devre dışı bırakılması planlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları yatırımlarının ve üretimin artması ve Fransa'daki nükleer santrallerden telafi ile Almanya, Avrupa'nın kömürden en fazla üretim yapan ülke olarak, net ihracatçı ülke olmaktan net ithalatçı pozisyonuna geçmesi beklenmektedir. Gaz fiyatlarının yüksek olmasına rağmen 2025 yılında enerji sektöründe kömür talebinin 57 Mt düşerek 93 Mt olacağı tahmin edilmektedir. AB'de, 2022 yılında 478 MT olan kömür tüketiminin 2025 yılında 371 MT'a düşmesi planlanmaktadır. (www.iea.org)



Şekil 29: AB'de Birincil Enerji Üretimine Kaynaklara Dağılımı (2020) (EUROSTAT) (%-Terajoules)

2.2.6. AB'DE ENERJİ İSTATİSTİKLERİNE KISA BAKIŞ

1990 ve 2020 yılları arasında AB'de birincil enerji üretimine kaynak türlerine göre bakıldığında katı fosil yakıtların üretimdeki yerinin 1990 yılından başlayarak dü-

şüş eğiliminde olduğu görülmektedir. 2021 yılında fosil yakıtlar AB brüt enerjisinin %70'ini oluşturmaktadır. 1990 yılında AB birincil enerji içerisindeki payı %83 olan fosil yakıtlar 2021 yılına kadar %13 düşerek %70 seviyelerine inmiştir.

2019 yılında bir önceki yıla oranla yaşanan değişimler ise;

- » Katı fosil yakıtların %13,8 düşüş,
- » Doğal gaz %11,7düşüş,
- » Petrol ve petrol ürünleri %7,7 düşüş,
- » Yenilenebilir enerji kaynakları %3,4 artış,
- » Nükleer enerji %0,6 artış

olarak kaydedilmiştir.

2021 yılına gelindiğinde ise; pandemi şartlarının da hafiflemesi ile ekonomi normal şartlara dönmeye başlamıştır.

Katı fosil yakıtlar; 2020 yılına göre %13.7 artış göstermiş ancak yine de 2019 yılı seviyesinin altındadır.

Petrol ve petrol ürünlerinde 2019-2021 arasında %8.1 azalış gerçekleşmiştir.

Kömür: 2021 yılında 2020 yılına göre artmış olsa da, 2019 yılı seviyelerinin altındadır. (2020-2021 taşkömürü %14.7 kahverengi kömür %12.8 artış, ancak 2019 yılı ile kıyaslandığında tüketim taşkömüründe %7,2, kahverengi kömürde ise %9.5 düşmüştür.)

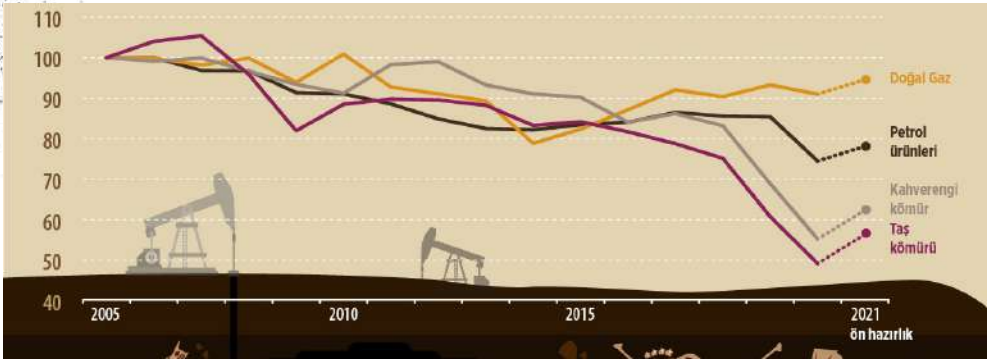
Doğal gaz 2021 yılında 2020 ye göre %3.9 artmıştır.

2020'da AB'de birincil enerji üretiminde en yüksek pay %36,5 ile yenilenebilir enerjiden oluşmaktadır. Bunu %32,0 nükleer enerji, %16,2 katı fosil yakıtlar, %8,5 doğal gaz ve %3,7 petrol ve petrol ürünleri izlemiştir. AB'de son on yılda (2010-2020), birincil enerji üretimindeki katı fosil yakıtların düşüş yönündeki eğilimi petrol, doğal gaz ve nükleer enerjide de gözlenmiştir. Katı fosil yakıtlar 2019'da %19,7 azalarak 1990'dan bu yana en düşük değerine ulaşmıştır. [12]



AB'de son on yılda (2010-2020), birincil enerji üretimindeki katı fosil yakıtların düşüş yönündeki eğilimi petrol, doğal gaz ve nükleer enerjide de gözlenmiştir.

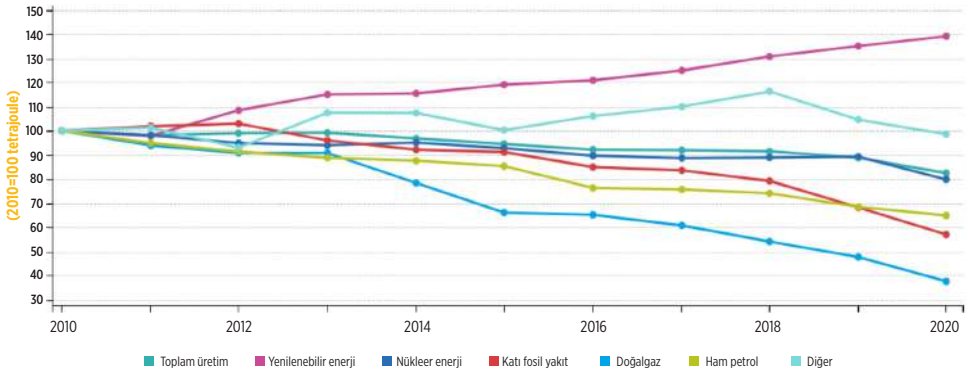




Şekil 30: AB Yakıt Cinsine Göre Birincil Enerji Üretimi 2005-2022 (2005=100) (milyon TEP)

2022 yılı sonlarına doğru, Rusya-Ukrayna çatışması, enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar, sürdürülebilirlik hakkında farkındalığın artması gibi nedenlerle AB'de birincil enerji tüketiminin kaynak bazında dağılımında değişmelere neden olmuştur.

AB'de birincil enerji üretimi 2020 yılında, bir önceki yıla göre %7.1 daha az üretilerek 24 027 Petajoule (PJ) olarak gerçekleşmiştir. AB birincil enerji kaynaklarındaki üretim 2012-2013 yıllarındaki hafif bir artış dışında 2010 yılından beri her yıl düşme görülmüştür. Bu düşme seyrinin en önemli iki etkeni enerji tasarrufu ve enerji sisteminin karbonsuzlaştırma sürecinden kaynaklanmaktadır. 2010-2020 döneminde 27 AB üye ülkeden 14'ünde birincil enerji kaynağı üretiminde bir miktar yükseliş olmuştur. Bunlar, İtalya +198 PJ, İsveç +130 PJ, İrlanda +72 PJ, Finlandiya +56 PJ, Portekiz +42 PJ. Diğer yandan bazı ülkelerde de düşüş olmuştur. Örneğin Hollanda -1829 PJ, Almanya -1411 PJ, Fransa - 596 PJ ve Danimarka -579 PJ. Ayrıca 2020 yılı AB birincil enerji kaynaklarında en büyük payı %40.8 ile yenilenebilir enerji kaynakları, nükleer enerji %30.5 ile ikinci olmuştur. Fransa ve Belçika nükleer enerji santrallerinin en fazla olduğu ülkelerdir. Katı yakıtların payı ise %14.6 olup büyük kısmı taşkömürü ve linyitten oluşmaktadır.



Şekil 31: AB Yakıt Cinsine Göre Birincil Enerji Üretimi 2010-2020 (2010=100 tetrajoule)

2010-2020 döneminde Rusya AB'nin en büyük kömür tedarikçisi olmuştur. 2010 yılında %34.7 olan pay %35.1 (2011 yılı en yüksek oran) ve %25.7 (2020 yılı en düşük oran) arasında seyretmiştir. Norveç ve Kazakistan ise sırası ile %8.7 ve %8.4 payları ile ikinci ve üçüncü sırada yer almıştır.

AB; 2020 yılında enerji ihtiyacının yarıdan fazlasını (%57.5) ithal ediyordu ve Rusya; Şubat 2022'de Ukrayna ile çatışmaya başlamadan önce AB'nin en büyük ithalat yaptığı ülkeydi. Savaşın başlaması ile Mart 2022'de 27 AB üye ülke liderleri bir araya gelerek Rusya'dan ithal edilen doğal gazı bağımlı olmayacaklarına dair bir açıklama yaptılar. Mevsimsel faktörler de dikkate alınarak yapılan ayarlamalar ile 2022'nin ilk çeyreğinde AB enerji ithalatında Rusya'nın payı %26 - %27.6 arasında gerilemiştir.

2022 yılı ikinci çeyreğinden itibaren düşüş devam etmiş ve 2022 ilk çeyreği ile üçüncü çeyreği arasındaki fark %10'dan fazla olmuştur. (%25.5 den %15.1'e gerilemiştir) Bu da Rusya'dan enerji kaynak ithalatında yaklaşık 6 milyar Euro düşüş anlamına gelmektedir. (iea.org)

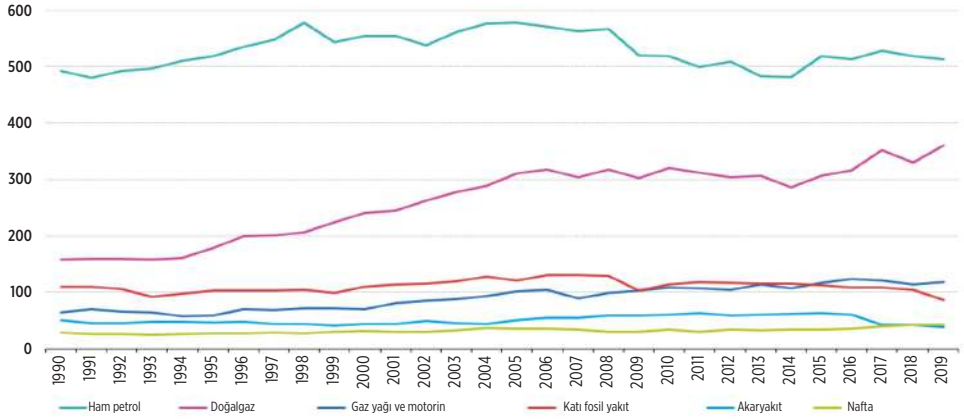
ABD ve İngiltere Rusya'dan ithalattaki düşüşün bir kısmını karşılamış, AB; 2022 üçüncü çeyreğinde ABD'den %12.2 ve İngiltere'den %7.7 birincil enerji ithal etmiştir.



Şekil 32: AB Enerji Ürünleri İthalatında Değişim (2021-2022) (EUROSTAT)

2.2.7. AB'DE ENERJİ İTHALATI/İHRACATI

İthalat ve ihracat verilerine AB içi ticaret kapsamında değerlendirildiğinde son on yılda enerji ürünleri ithalatında artma olduğu görülmektedir.

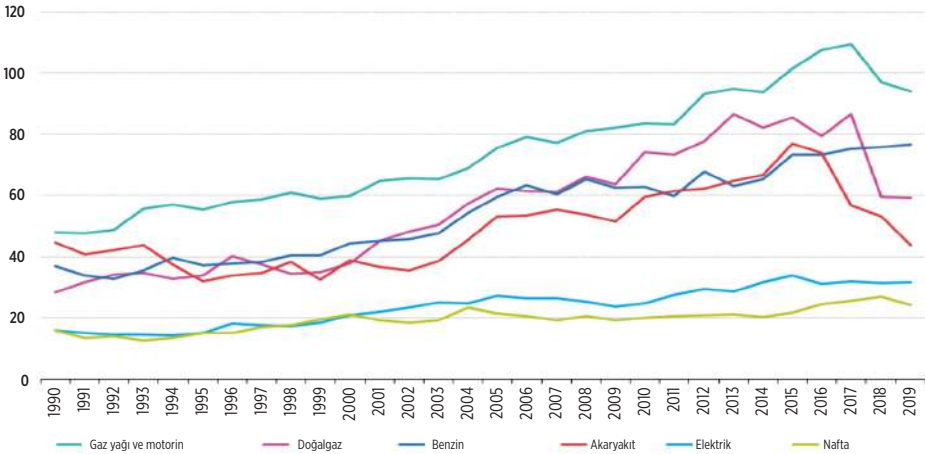


Şekil 33: AB Enerji Kaynakları İthalatı (1990-2019) (milyon TEP)

AB'nin ihracat seviyelerine bakıldığında ise ithalat seviyelerinden çok daha düşük olduğu görülmektedir.

2019 yılında, gaz yağı ve motorin yaklaşık 94 Mtoe ile en yüksek sırada yer alırken, onu 77 Mtoe değeriyle motor benzini ve 59 Mtoe ile de doğal gaz izlemektedir. [12]

AB iç tüketimi için AB dışı ülkelerden ithal edilen enerjiye de ihtiyaç duymaktadır. 2019 yılında ithal edilen enerji ürünü, petrol ürünleri (ana bileşen olan ham petrol dahil), AB'ye yapılan enerji ithalatının neredeyse üçte ikisini oluşturuyor, ardından doğalgaz (%27) ve katı fosil yakıtlar (%6) gelmektedir. 2019'da AB dışı ticaret kapsamında değerlendirildiğinde ham petrol ithalatındaki en büyük pay %27 ile Rusya'nın olmuştur. Rusya'yı %9 oranla Irak, %8 oranla Nijerya ve Suudi Arabistan ve %7 oranla Kazakistan ve Norveç takip etmiştir.

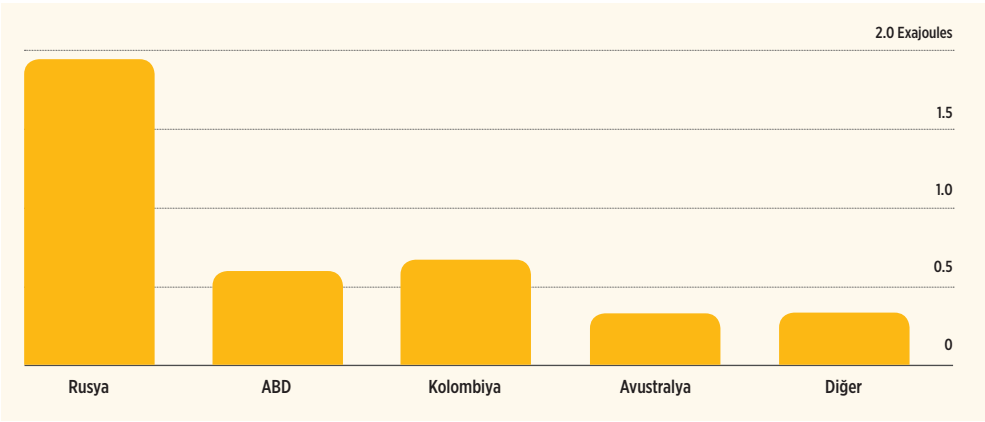


Şekil 34: AB Enerji Kaynakları İhracatı (1990-2019) (milyon TEP)

Ayrıca, AB'nin 2019 yılı doğal gaz ithalatında en büyük pay %41 ile Rusya'ya aittir. Doğalgaz ithalatında Norveç %16, Cezayir %8, Katar ise %5 paya sahiptir.



Şekil 35: AB Katı Yakıt İthalatı (2019)



Şekil 36: AB Kömür İthalatı (2021) (BP)

AB dışı ithalatta, Rusya'nın ham petrol ve doğal gazdaki açık ara üstünlüğü katı yakıtın ithalatında da görülmektedir. Rusya %47 ile, %18 paya sahip en yakın rakibi Amerika Birleşik Devletleri de Kolombiya'yı geride bırakmıştır. Bu iki ülkeyi de %14'le Avustralya izlemektedir [12].

2.3. BÖLÜM 2 SONUÇ

Ülkeler; sanayilerinin gelişmesi, ekonomik ve teknolojik güçlenme için güvenilir ve kesintisiz enerji üretimi sağlamak amacı ile kömür santralleri kurmuşlar ve uzun yıllar elektrik enerjisi sistemini kömür ile yönetmişlerdir. 1990'ların başında gelişmeye başlayan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı santral teknolojileri hızla gelişmekte ve enerji dönüşümünde yerini almaktadır. Önümüzdeki 20 yıl içerisinde enerji sistemleri içerisindeki payları artarak devam edeceği öngörülmektedir.

2019 Aralık ayında başlayan bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de enerji sektörünü fazlasıyla etkileyen Covid-19 pandemi süreci, ekonomik ve sosyal gelişimin olduğu kadar teknolojik ilerlemenin de en önemli unsurlarından olan enerjinin, hayat kalitesinin iyileştirilmesinde oldukça insani bir değere sahip olduğunu bir kez daha kanıtlamıştır. 2022 yılı başlarında pandemi sonrası dünya ekonomik olarak normal şartlara dönmek üzere iken Rusya-Ukrayna çatışması ile özellikle Rusya'dan gelen doğal gaz arzındaki sıkıntı nedeni ile, başta Avrupa ülkeleri olmak üzere, özellikle enerji sektöründe başka bir kriz yaşanmaya başlamıştır.

2030 yılında dünya nüfusunun %7,7'sinin hala elektrik enerjisinden mahrum yaşayacağı belirtilen *Uluslararası Enerji Ajansı'nın projeksiyonunda*; mevcut enerji politikalarının devamı halinde, 2040 yılında dünya enerji talebinin, 2020 yılına göre % 19 daha fazla olacağı ve bu artışın sürdürülebilir koşullarda karşılanabilmesi için ise, 2020-2040 döneminde, enerji sektöründe yaklaşık 55 trilyon ABD Doları yatırım yapılmasına ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir. Aynı döneme enerji kaynakları açısından bakıldığında, birincil enerji arzında, fosil kaynaklı yakıtların (petrol, doğal gaz ve kömür) ağırlıklı konumunun önümüzdeki yıllarda da devam etmesi ve enerji talebindeki artışın %31'lik bölümünün de bu kaynaklardan karşılanması öngörülmektedir. Projeksiyonda ayrıca 2020-2040 döneminde elektrik üretiminde sırasıyla kömür ve doğal gazın en önemli kaynaklar olmaya devam edeceği, kömür, doğal gaz, hidrolik, nükleer ve petrolün payının azalacağı ve en büyük yüzdelik artışın güneşte (PV) beklendiği belirtilmektedir.

BP'nin her yıl yayımladığı ve dünya genelinde rezerv durum değerlendirmesinin yapıldığı çalışmada 2021 yıl sonu rakamlarıyla mevcut kanıtlanmış petrol ve doğal gaz rezervlerinin 50, kömür rezervlerinin de 132 yıllık ömre sahip olduğu ve toplam kömür rezervlerinin %76'sının sadece beş ülkede (ABD, Rusya, Avustralya, Çin ve Hindistan) toplanmış olduğu belirtilmektedir.

2019-2022 dönemi enerji tarihi içerisinde çok kısa bir dönem olmakla birlikte Covid-19 salgını ve hemen arkasında Rusya-Ukrayna çatışması ile tarihe iz bırakacak değişim ve dönüşümlerin yaşandığı yıllar olmuştur. 2020 yılında dünya enerji tüketiminde kömürün payı %26 iken, bu payın mevcut politikaların devamı halinde 2040 yılında %19,4 olması beklenmektedir. [20,21] Tüm dünyada elektrik enerjisi kurulu güç kapasitesinin de 2020-2040 döneminde brüt 5.9 GW artması beklen-



Uluslararası Enerji Ajansı'nın projeksiyonunda; 2020-2040 döneminde, enerji sektöründe yaklaşık 55 trilyon ABD Doları yatırım yapılmasına ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir.



mektedir. 2020-2040 döneminde, yapılması beklenen 55 trilyon ABD Doları enerji yatırımlarındaki elektrik sektörünün payının yaklaşık 20,5 trilyon ABD Doları olacağı öngörülmektedir. Bu miktarın yaklaşık %51,2'sinin yeni güç santralı yatırımlarına, %46,4'ünün dağıtım ve iletim altyapı projelerine ve %2,4'ünün ise batarya depolama sistemlerine kullanılması öngörülmektedir. Güç sektörü dışında fosil yakıtlar sektörüne 18,4 trilyon ABD Doları ve nihai tüketici faaliyetlerine 15,5 trilyon ABD Doları yatırımın yapılacağı öngörülmektedir.

Yenilenebilir enerji teknolojilerin son yıllardaki gelişimiyle, güneş ve rüzgâr enerjisi başta olmak üzere yenilenebilir kaynaklı enerjinin maliyetindeki düşüş, sera gazı emisyonlarını azaltımı ve karbon fiyatlandırma mekanizmasına katkısı da göz önüne alındığında yenilenebilir kaynaklı enerji kullanımının önümüzdeki süreçte hızla artacağı açıktır. Dünyada pek çok ülke (gelişmiş ve gelişmekte olan) yenilenebilir enerjinin, çevre ve ekonomiye olan yararı, geniş oranlı ulaşım olanakları, kaynak olarak bol ve yaygın olmasının verdiği avantajları da kullanarak, siyasi destek ve finansal teşviklerle, bu kaynaklara olan yatırım oranını artırarak enerjide kaynak çeşitliliğini artırmakta ve arz güvenliğine katkı sağlamaktadır.

Türkiye'nin yerli ve milli enerji politikasının hedefi de, yerli kaynakların en verimli şekilde kullanılarak enerji arz güvenliğinin sağlanması ve enerji ithalatından kaynaklanan cari açığın kapatılmasıdır. Türkiye'nin coğrafi konumu, küresel enerji piyasasında enerji arz ve talep eden ülkelerin birbiriyle olan bağı açısından oldukça stratejiktir. Küresel enerji arz güvenliğine de katkı sunabilecek durumda olan Türkiye, bölgedeki enerji aktörlerinden de biridir.

Gelecekte ülkelerin enerji kaynakları ve bu kaynakların kontrolü konusunun her zamandakinden daha fazla önem kazanacağı düşünüldüğünde, Türkiye'nin enerjide yerli kaynak kullanımının ve kaynak arama çalışmaları önem kazanmaktadır. Türkiye'nin enerjide kendi kendine yetebilen ülke konumuna gelebilmesi amacıyla gerçekleştirdiği rezerv arama çalışmalarının, Karadeniz'de keşfedilen doğalgaz rezervi ve hidrokarbon kaynak arama çalışmalarıyla hız kazanmış olması, ülkemizin fosil yakıtlarda dışa bağımlılık yönünün değişmesi açısından da önemlidir. Türkiye, enerji kaynaklarına sahip ülkeler ve bu kaynaklara ihtiyaç duyan ülkelerin arasındaki coğrafi konumunun verdiği avantajlı durum ve geliştirdiği/geliştireceği enerji stratejileri ile bölgesinde enerji merkezi olma yolunda emin adımlarla yürümektedir.

ETKB'nin 2017 yılında kamuoyuyla paylaştığı, enerji alanındaki hedefler ve bu hedeflere ulaşma yolundaki stratejilerini içeren "Milli Enerji ve Maden Politikası", Türkiye'nin enerji vizyonunu şekillendiren üç temel strateji üzerinde durmaktadır. Enerjide dışa bağımlılığını değiştirmeyi hedefleyen "Yerleştirme Stratejisi"nin, enerji kaynaklarının yüzde 70'i ithal olan Türkiye'nin enerji arz güvenliğini sağlamasındaki

önemi ortadadır. Enerjide yerli kaynakların etkin kullanımı enerji arz güvenliğindeki riskleri de (ekonomik, siyasi vb.) azaltacak ve potansiyelinin altında kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları da ekonomiye kazandırılmış olacaktır. Yerlileştirme stratejisinin maden teknolojisindeki yansımaları sonucu olarak da madenlerimizin zenginleştirilmesi ve maden sektöründeki ithalatın azaltılması sağlanmış olacaktır. ETKB'nin 2019-2023 Strateji Planı ise sanayisi, ekonomisi ve nüfusu ile büyümekte olan ülkemizde sürekli artış gösteren enerji talebini karşılamak üzere, "Daha Çok Yerli, Daha Çok Yenilenebilir" stratejisi üzerine kurulmuştur. Bu doğrultuda; yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarımız olan rüzgâr, güneş, hidrolik, jeotermal, biyokütle ve yerli kömür gibi kaynakların enerji portföyündeki payını artırmak ve enerji ve tabii kaynaklar faaliyetlerini güvenli, katma değerli ve çevreyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirebilmek amacıyla hazırlanmıştır.

Bu kapsamda bakıldığında enerjide yerli kömür kullanımının, dünyada kabul görmüş temiz kömür teknolojileriyle (kömür yakma teknolojileri, kömür gazlaştırma ve kömür madenciliğindeki teknolojik gelişmeler vb.) [23] desteklenmesi, yerli kömürden azami yararlanılmasını sağlayacaktır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 2022 Aralık ayında yayımlanan "Türkiye Ulusal Enerji Planı"nda ise 2053 net sıfır emisyon hedefi esas alınarak 2020-2035 dönemi nüfus, ekonomik gelişim, yakıt fiyatları, temel göstergeler dikkate alınarak sanayi, mesken, tarım, ulaştırma ve hizmet sektöründeki enerji talebi irdelenmiştir. 2020-2035 döneminde;

- » Birincil enerji talebi 205,3 Mtep'e yükselmesi,
- » Elektrik tüketimi 510.4 TWh'e ulaşması,
- » Elektrik kurulu gücünün toplamda 189.7 GW'a ulaşması

hedeflenmektedir.

Ancak, elbette küresel gelişmeler, uluslararası ilişkiler gibi etkenlerin bu planda değişikliğe neden olabileceği de belirtilmekte olup planda, 2030 yılına kadar 1,7 GW yerli kömür santralının devreye alınması öngörülmektedir.

Türkiye'nin son dönemde enerji alanında gerçekleştirdiği büyük projelerle ülke ekonomisine verdiği katkının devamlılığı ve ortaya koyduğu politika ve hedeflere ulaşma konusundaki atılımların sürekliliğinin sağlanması sadece ekonomik açıdan değil ulusal güvenlik açısından da vazgeçilmezdir.

Türkiye'nin, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından ürettiği enerjiyi artırması , ithal enerji kaynaklarına olan bağımlılığın azaltılmasına ve enerji arz güvenliğinin

artırılmasına katkı sunacaktır. Bu kapsamda geliştirilen etkin, yenilikçi, güvenilir ve şeffaf enerji politikalarının uygulanmasındaki kararlılık, Türkiye'nin öngörülebilir enerji piyasasında sağlam adımlarla ilerlemesini de sağlayacaktır.

Kömürlü termik santrallerin çevre ve iklim değişikliğine etkisi ve linyitin çevreyi en çok kirleten kaynaklar arasında yer alıyor olması, Türkiye'nin Paris İklim Anlaşması'nı imzalamasıyla ayrı bir noktaya taşınmıştır. Paris İklim Anlaşması'nı imzalayan ülkelerin kömürden çıkış tarihlerini açıklamalarıyla başlayan süreçte Türkiye'nin de enerji dönüşümleri (fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye geçiş) ve emisyonlarını sıfıra yaklaştırma konusundaki yol haritasını netleştirmesi ve kararlılığını ortaya koyması yönünde gerekli adımlar atılmaya başlanmıştır. Sürdürülebilir çevre ve güvenli bir gelecek için yerli ve milli kaynaklarımızdan daha fazla faydalanmak, yenilenebilir enerji kaynaklarımıza hakettiği alanı açacak stratejiler geliştirmek ekonomik açıdan olduğu kadar ulusal güvenlik açısından da önem arz etmektedir.



AVRUPA'DA KÖMÜRÜN ENERJİ SEKTÖRÜNDE KULLANIMI

AYŞEGÜL BAHAYETMEZ

BÖLÜM

3



AVRUPA'NIN VE DÜNYA'NIN KÖMÜRÜN ENERJİ SEKTÖRÜNDE KULLANIMINA BAKIŞI

(AYŞEGÜL BAHAYETMEZ)

Kömürün, ilk olarak milattan önceki yıllarda Çinliler tarafından kullanıldığı bilinmektedir. Kömür işletmeciliğine ait ilk dokümanlar ise 12. yüzyıla aittir. Kömürün yoğun olarak kullanımı ise 18. yüzyılın ikinci yarısına rastlar. Özellikle gelişen sanayi ve endüstri, kömür kullanımını artırmış, kömürü önemli bir maden haline getirmiştir. Ülkemizde ilk kömür santrali Silahtarağa Termik Santrali olup 1913 yılında elektrik üretmeye başlamıştır. Kömürün, son yüz yıldan fazla süredir de ülkelerin ekonomik ve teknolojik gelişmelerinde önemli rolünün olduğu bilinen bir gerçektir.

3.1. ENDÜSTRİYEL EMİSYONLAR DİREKTİFİ VE TÜRKİYE'DEKİ MEVZUAT UYUM ÇALIŞMALARI

Avrupa Komisyonu tarafından “Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifi” (Integrated Pollution Prevention and Control Directive–IPPC (2008/01/EC)) yeniden düzenlenerek “Endüstriyel Emisyonlar Direktifi” (Industrial Emissions Directive (IED) 2010/75/EU) adı ile 24 Kasım 2010 tarihinde AB Resmi Gazetesi’nde yayımlanmıştır.

Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (IED) ile; Büyük Yakma Tesisleri Direktifi (2001/80/EC) (LCP), Atık Yakma Direktifi (2000/76/EC)(WID), Solvent Emisyonları Direktifi (1999/13/EC)(SED), TiO2 Direktifi (78/176, 82/883, 92/112) (atık, deşarj ve hava emisyonları) yeniden şekillendirilerek tek direktif haline getirilmiştir.

Bu direktif ile; mevcut en iyi tekniklerin (BAT) ve referans dokümanlarının (BREFs) rolü güçlendirilmiş olup izin koşullarında BAT temelli emisyon limit değerlerinin bir şart olarak getirilmesi, referans dokümanların kullanılmasının önemini artırmıştır.



Kömürün, son yüz yıldan fazla süredir de ülkelerin ekonomik ve teknolojik gelişmelerinde önemli rolünün olduğu bilinen bir gerçektir.



Bu direktifin amacı; endüstriyel faaliyetlerden kaynaklı kirliliğin entegre biçimde önlenmesinin ve denetlenmesinin kurallarını ortaya koymak olup; ayrıca havaya, suya ve toprağa salınımların önlenmesi, bu gerçekleştirilemiyorsa azaltılması ve atık üretiminin engellenmesi kurallarını belirlemek, bu yolla çevrenin bir bütün olarak yüksek düzeyde korunmasını sağlamaktır. (www.tesab.org.tr Avrupa Yeşil Muhabakatı ve Türkiye Elektrik Sektörü Açısından Değerlendirilmesi)

Ülkemizde ise, Büyük Yakma Tesisleri Direktifi (LCPD), Büyük Yakma Tesisleri Yönetmeliği olarak mevzuatımıza uyarlanmış, 08.06.2010 tarihli ve 27605 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiş ve 20.12.2014 tarihli ve 29211 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’nde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinin içine derç edilmiştir.

Kömür yakan mevcut ve yeni termik santraller için SKHKKY ve IED direktifinde havaya verilen emisyon sınır değerleri karşılaştırma Tablo 3’de ve Tablo 4’de verilmiştir. [1]

Tablo 3: Yönetmeliklere Göre Karşılaştırma: Mevcut Katı Yakıt Yakan Tesisler için Emisyon Değerleri

Termal Güç (MW)	Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (SKHKKY)				Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (IED)			
	SO ₂ mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	Toz mg/Nm ³	CO mg/Nm ³	SO ₂ mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	Toz mg/Nm ³	CO mg/Nm ³
50-100	2000	600	100	200	400	300 (pülverize kömür YT 450)	30	-
100-300	2000-400 (lineer azalma)	600	100	200	250	200	25	-
>300-500<	2000-400 (lineer azalma) (<500 MW)	600	100	200	200	200	20	-
>500	400	200	50	200	200	200	20	-

Tablo 4: Yönetmeliklere Göre Karşılaştırma: Katı Yakıt Yakan Yeni Tesisler için Emisyon Değerleri

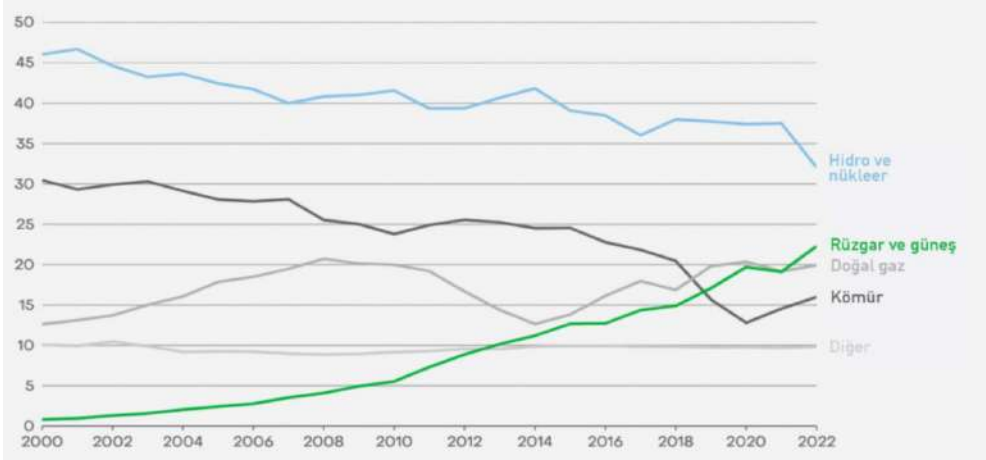
Termal Güç (MW)	Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (SKHKKY)				Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (IED)			
	SO ₂ mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	Toz mg/Nm ³	CO mg/Nm ³	SO ₂ mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	Toz mg/Nm ³	CO mg/Nm ³
50-100	850	400	50	150	400	300 (pülverize kömür YT 400)	20	
-	2000-400 (lineer azalma)	600	100	200	250	200	25	-
100-300	200	200	30	200	200	200	20	-
>300	200	200	30	200	150	150	10	-
>500	200	200	30	200	150	150	10	-

3.2. AB'DE TERMİK SANTRALLARDA KULLANILAN KÖMÜR İLE TÜRKİYE'DE TERMİK SANTRALLARDA KULLANILAN KÖMÜRÜN KARŞILAŞTIRILMASI

11 Aralık 2019 tarihli Avrupa Yeşil Mutabakatı, iklim ve çevreyle ilgili zorluklarla mücadele konusunda Avrupa Birliği'nin önceki taahhütlerini daha geniş ve daha etkili bir şekilde yeniden düzenlemeyi amaçlayan bir yol haritasıdır. AB Komisyonu tarafından doğal kaynak tüketimi azaltılırken, ekonomik büyümenin sağlanması ve 2050'de sera gazlarının net emisyon değerinin sıfırlanması (karbon nötr) hedeflerine ulaşmak için yeni stratejiler belirlenmektedir. (Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye Elektrik Sektörü Açısından Değerlendirilmesi www.tesab.org.tr)

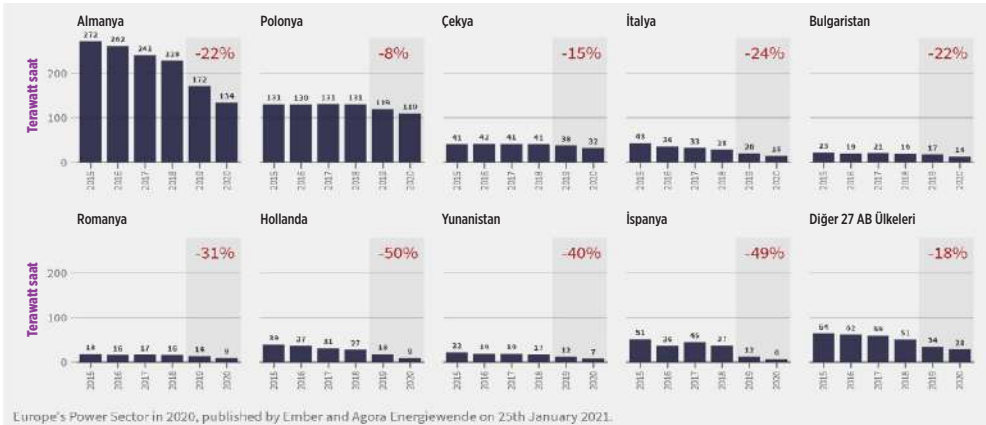
AB Komisyonu, özellikle sera gazlarının azaltılmasının sağlanmasında, büyük kamu yatırımları ve özel sermayeyi iklim ve çevresel eylemlere yönlendirmek için birtakım düzenlemeler yapmaktadır. 2020 yılında, elektrik üretiminde fosil yakıt kay-

naklı azalma, esasen, kömürden elektrik üretiminin %20 düşmesinden kaynaklanmıştır. Bu azalmanın yarısı COVID-19 salgını nedeniyle düşen talepten, diğer yarısı ise elektrik üretiminde yenilenebilir kaynaklara geçişten kaynaklanmıştır. 2000'li yılların başından bu yana sürekli azalma eğiliminde olan kömürden elektrik üretimi 2020 yılında yaklaşık %13 seviyelerine gerilemiş, ancak Covid-19 sonrası canlanan ekonomi ve Rusya-Ukrayna çatışması sonucu Avrupa'daki doğal gaz krizi sonucu 2021 ve 2022 yıllarında tekrar yükselişe geçerek 2022 yılında %15'in üzerine çıkmıştır. (Şekil 37)



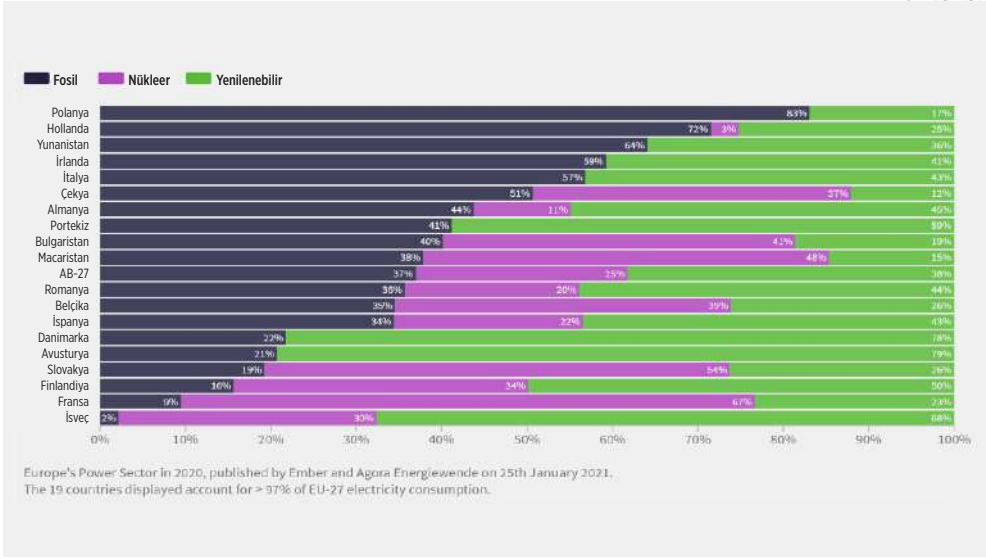
Şekil 37: AB Yenilenebilir Enerji ve Fosil Yakıt Karşılaştırılması (2000-2022)(EMBER)

AB'de 2010 yılından bu yana elektrik üretiminde kömürün payı düşürken, yenilenebilir enerji kaynaklarınınki giderek artmıştır.



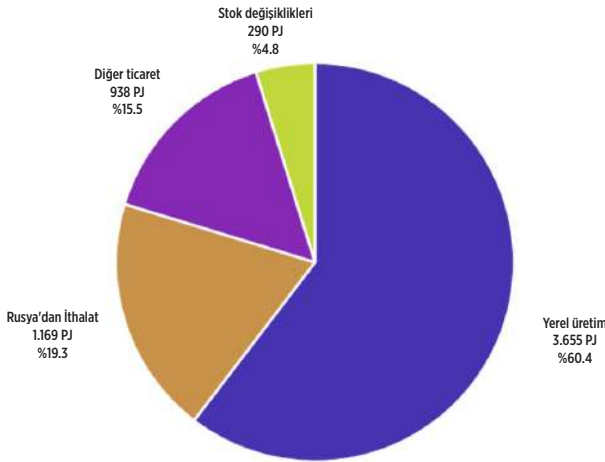
Şekil 38: AB'de Kömürün Kullanımının Azalımı

AB ülkelerinde 2015-2020 döneminde kömür kullanımının bazı ülkelerde %50 seviyelerinde azaldığı görülmektedir. (Şekil 38)



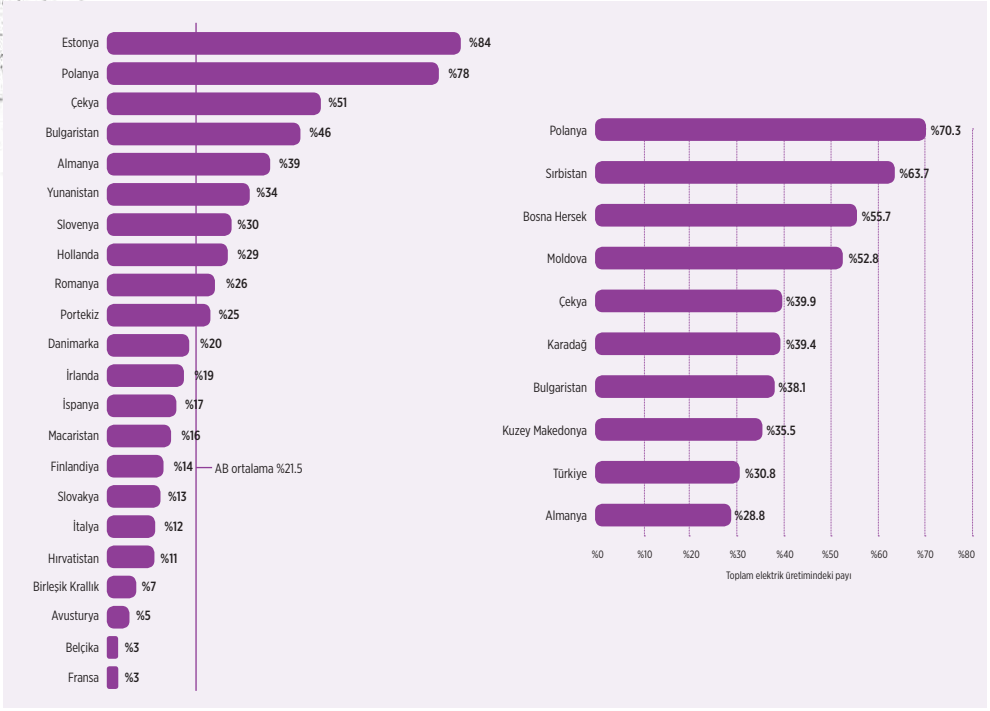
Şekil 39: Fosil Yakıtlardan ve Yenilenebilir Enerjiden Üretilen Elektrik Üretimlerinin Karşılaştırılması

Ancak, Şekil 39'da, AB'de fosil yakıtların kullanımının hala yüksek olduğu; aşağıdaki Şekil 40'da ise 2020 yılı itibarıyla AB'de kömürün üretim, ithalat ve ticaret değerleri verilmektedir.



Şekil 40: AB'de Kömür Üretim-Ticaret ve İthalat 2020 (% ve PJ)

Avrupa Birliği'nin elektrik talebi 2021'in ilk yarısında pandemi öncesi seviyelere geri dönmüş, devam eden yenilenebilir enerjide büyüme sayesinde fosil yakıtlar 2019 seviyelerine ulaşmamıştır.



Şekil 41: Elektrik Üretiminde Kullanılan Kömürün Payı (2017) (www.eurostat.eu)

Şekil 42: Elektrik Üretiminde Kullanılan Kömürün Payı (2021) (www.eurostat.eu)

Şekil 41 ve Şekil 42’de AB’de 2017 ve 2021 yılları itibarı ile elektrik üretiminde kömürün payının değişimi görülmekte genel olarak bütün ülkelerde elektrik üretiminde kömürün payı düşmektedir.

Ancak, Şubat 2022’de başlayan Rusya-Ukrayna çatışması ile AB ülkeleri 2022 yılında yeni bir kriz ile karşı karşıya kalmıştır. Su gelirlerindeki düşüş nedeni ile hidro elektrik santrallerinde 2000 yılından bu yana en düşük üretim, Fransa’daki nükleer santrallerin bakım nedeni ile devre dışı kalması, Almanya’daki nükleer santrallerin kapatılmış olması elektrik arzında 185 TWh (Avrupa’nın toplam elektrik arzının %7’si) eksilmesine neden olmuştur. Bu açığın 5/6 sı güneş ve rüzgar yenilenebilir kaynaklardan karşılanırsa dahi kalan kısmı için kömür santrallerinin devreye alınarak elektrik üretimi yapılmasını gerektirmiştir. Bunun sonucu Avrupa’da 2022 yılında, 2021 yılına göre, kömür kullanılarak 28 TWh (%7) daha fazla elektrik üretilmiştir. Bu ise; AB enerji sektöründe CO₂ emisyonlarının 2021 yılına göre %3.9 (+26 MtCO₂) artmasına neden olmuştur.

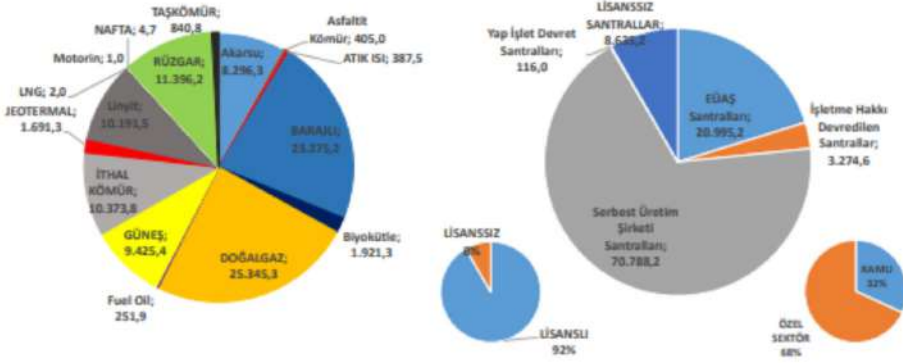
Kömür kullanarak elektrik üretimindeki 28 TWh’lik artış, küresel kömürden elektrik üretimine %0.3’lük bir yükseliş getirmiştir.

3.3. TÜRKİYE VE AB ÜLKELERİNİN KÖMÜRDEN ÜRETİLEN ELEKTRİK ENERJİSİ MİKTARLARININ VE ORANLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

2022 yıl sonu itibarı ile Türkiye elektrik enerjisi kurulu gücü ve santral adedi kaynaklar bazında Tablo 5’de verilmekte olup Ülkemiz’deki kömür yakan santrallerin (ithal kömür+yerli kömür+taş kömürü+ asfaltit kömür) toplam kurulu güce oranı %21’dir.

Tablo 5: Ülkemizde Birincil Kaynaklara Göre Kurulu Güç Dağılımı (Aralık 2022) (www.teias.gov.tr)

BİRİNCİL KAYNAKLARA GÖRE SANTRAL ADETLERİ VE KURULU GÜÇ		
BİRİNCİL KAYNAK	SANTRAL ADEDİ	KURULU GÜÇ (MW)
Akarsu	610	8.296,3
Asfaltit Kömür	1	405,0
Atık Isı	94	387,5
Barajlı	141	23.275,2
Biyokütle	384	1.921,3
Doğalgaz	345	25.345,3
Fuel Oil	9	251,9
Güneş	9353	9.425,4
İthal Kömür	16	10.373,8
Jeotermal	63	1.691,3
Linyit	46	10.191,5
LNG	1	2,0
Motorin	1	1,0
Nafta	1	4,7
Rüzgar	358	11.396,2
Taşkömürü	4	840,8
Toplam	11.427	103.809



Şekil 43: Türkiye Elektrik Enerjisi Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Dağılımı (2022) (www.teias.gov.tr)

Ülkemizde 2022 yıl sonu itibarı ile elektrik üretimi 326 TWh olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin %34,6'sı kömürden, %22,2'si doğal gazdan %20,6'sı hidrolik enerjiden, %10,8'i rüzgardan, %4,7'si güneşten, %3,3'ü jeotermal enerjiden ve %3,7'si diğer kaynaklardan üretilmiştir. (www.enerji.gov.tr)

AB'de kömürün kullanımı 1985-2021 dönemi baz alındığında; AB ülkelerinde 1985 yılında toplam 792,5 TWh olan kömürden elektrik üretimi yıllar bazında artarak devam etmiş ve 2007 yılında 807.7 TWh'e ulaşmıştır. Bu yıldan sonra her yıl düşen kömürden elektrik üretimi 2010 yılında 738.5 TWh 2020 yılında ise 369.1 TWh'e kadar düşmüştür. Ancak 2021 yılında tekrar yükselerek 439.2 TWh olmuştur. 2011-2021 yıllarındaki değişim -%5,4 iken 2020-2021 yılları değişimi %19.3 olarak büyüme şeklinde olmuştur. 2020-2021 değişiminde AB ülkelerinde en büyük pay Hollanda'da gerçekleşmiş olup %134.4 olmuştur. Bunu %21.1 ile Almanya, %20.7 ile Polonya ve %18.8 ile İngiltere olmuştur. Türkiye'deki değişim ise -%1.4 olmuştur. (www.bp.com)

3.4. BAZI AB VE ADAY ÜLKELERİN KÖMÜRDEN ÇIKIŞ PLANI VE MEVCUT DURUM

Aralık 2019'da yayımlanan AB Yeşil Mutabakatı ile AB üye ülkeleri özellikle elektrik sektöründe stratejik hedeflerini belirlemişler, "kömürden çıkış" için senaryolar hazırlanmış ve tarihler açıklanmıştır. Ancak, Rusya-Ukrayna çatışması ile doğal gaz itihalatında Rusya'ya bağımlı olan AB ülkeleri stratejilerini gözden geçirmek zorunda kalmış ve "REPowerEU" planını yayımlamıştır. Bu plana göre; doğal gaz ve petrolde Rusya'ya bağımlılığın düşürülmesi bunun için de yenilenebilir enerji yatırımlarının hızlandırılması ve artırılması, enerjinin verimli kullanılması ve enerji tasarrufu ve enerji arzının yönetilmesi konusunda tedbirler alınması gerekmektedir.

gerilemiştir, ancak bu değer 2020 yılındaki 107.4 milyon tonun %17.6 üzerinde olup 2011-2021 döneminde ise -%4'dür (www.bp.com).

Almanya; linyit ocaklarının kapatılması sonrası maden alanı restore edilerek orman, göller, yol ve turistik altyapı tesisleri ile tarım alanlarına dönüştürülmektedir.



*Doğu Almanya bölgesinde kapatılan bir maden sahasının restorasyon sonrası görünümü
(<https://www.theguardian.com>)*

Almanya'da linyit madenciliği 3 büyük bölgede bulunmaktadır;



Şekil 45: Almanya Kömür Bölgeleri

Lusatia Kömür Bölgesi (Brandenburg ve Saxony): Linyit madenciliğinin 1860'larda başladığı bölgede linyit başlarda buhar makinaları ve trenlerde kullanılmış, 1882 yılında da Avrupa'nın ilk briket fabrikası açılmıştır. Büyük çaptaki linyit madenciliği 1900'lerde başlamıştır. II. Dünya Savaşı sonrası linyit madenleri ve termik santrallerin bir bölümü Doğu Almanya'da kalmıştır. 1990 yılında doğu ve batı Almanya'nın birleşmesi sonrası linyit işletmelerinin ve santrallerin çoğu kapatılmış, kalan birkaç tanesi de özelleştirilmiştir. 2020 yılı itibarı ile bölgede LEAG tarafından açık madencilikle işletilen 4 linyit sahası ve toplam 8 GW kurulu gücünde 4 linyit santrali bulunmaktadır.

Bölgedeki 4 maden sahasından birisinin 2023 yılında diğer üçünün ise 2045-2050 yılları arasında kapatılması öngörülmektedir.

Orta Almanya Kömür Bölgesi: Almanya'nın en yaşlı linyit bölgesidir ve 1960'lı yıllara kadar ülkenin linyit ihtiyacının %40-50'sini karşılamıştır. Bu bölgedeki linyitin kalorifik değeri yüksek, CO₂ oranı düşük olmasına rağmen %1.7 sülfür oranı ile santral ekipmanlarında korozyona neden olmaktadır. Bölgedeki 4 büyük linyit sahası için yılda 8-10 milyar ton linyit çıkarılması halinde 2032 - 2041 yıllarında linyit madenciliğinin sona erecektir.

Rhenish Kömür Bölgesi: Bölgede Linyit madenciliği ve buna dayalı endüstri 1890'larda başlamış ve bölgenin gelişiminde önemli bir rolü olmuştur. Toplam 10 GW gücündeki 4 büyük santral işletmedir. Bölgedeki 3 önemli sahanın 2030-2045 arasında işletmeye kapatılması planlanmaktadır. (<https://www.cleanenergywire.org>)

Almanya'da Kömürden Elektrik Üretimi:

Almanya; 2020 yılının ilk yarısına kıyasla kömür kaynaklı elektrik üretiminde (+20 TWh) en büyük mutlak artışı yaşarken, bu noktada bile kömür üretimi 2019 yılının 1. çeyreğinden bu yana %14 azalmış olup ihracatın azalması da bunda rol oynamıştır. 2021 yılında ise taşkömürü ithalatı %30,3 artarak 38,7 Mt'a ulaşmıştır. Bu artışa rağmen 2019 yılındaki 40,3 Mt ithalat miktarının altında kalmıştır.

Almanya dışında yenilenebilir enerji kaynakları ve artan karbon fiyatları, Almanya'nın kömüre dayalı enerji ihracatına olan talebini azaltmış, Almanya'da doğal gazdan elektrik üretimi 2022 yılının ilk yarısında 2019 yılına göre %12 artmış, hava koşullarının AB genelinde yenilenebilir üretim üzerindeki en önemli etkisi Almanya'da gözlenmiş, 2020 yılı yenilenebilir enerji kaynakları için rekor bir yıl olurken, rüzgar ve güneş enerjisinden elektrik üretimi 2021 yılının birinci çeyreğinde kötü rüzgar koşulları nedeniyle pandemi öncesi seviyelerden bile %5 daha düşük olmuş

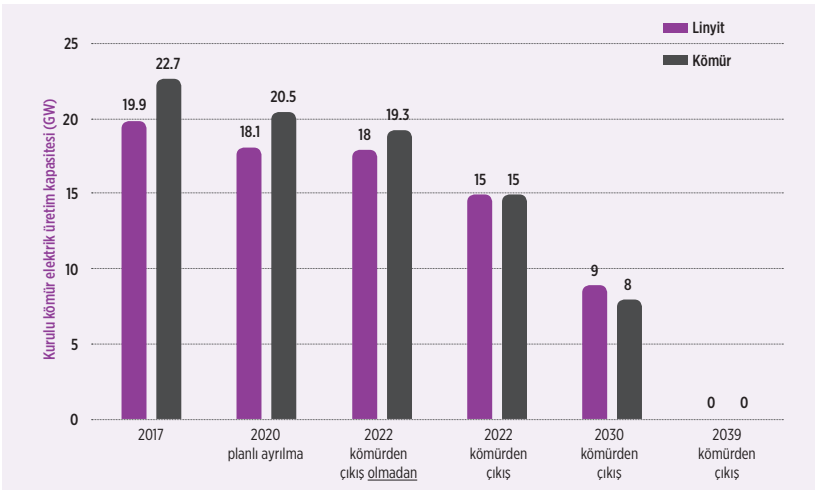
ve güneş enerjisindeki büyüme rüzgar kaynaklı elektrik üretimindeki kayda değer azalmayı telafi edememiştir. [3]

Almanya'da 2021 yılındaki zayıf rüzgar koşulları nedeniyle özellikle ilk çeyrekte fosil yakıt kullanımı (birincil enerji tüketimi) artmış ve ülkede aynı döneme göre elektrik üretimi için % 11 daha fazla doğal gaz, % 9 daha fazla taşkömürü ve %26 daha fazla linyit kullanılmıştır. Önceki yıl genel olarak, kamu elektrik arzındaki yenilenebilir payı, 2020'nin ilk çeyreğindeki %55,6'ya kıyasla % 42,7'ye gerilemiştir. [3]

Almanya'nın Rusya'dan taşkömürü ithalatı 2016 yılında %30 iken sonraki yıllarda yükselmeye başlamış ve %50'ye çıkmıştır. Almanya'nın "steam coal" piyasasında Rusya'dan ithal edilen kömürün payı 2021 yılında oldukça yüksek olup toplam 26,8 MT'un 18,9 MT(%70)'ini oluşturmuştur. "Coking coal" piyasasında ise Avustralya (%45), ABD (%31)'den ithal edilmektedir. (www.euracoal.eu)

Elektrik üretiminde 2021 yılında yükselerek devam etmiş ve 2020 yılının %28,2 daha fazla taşkömürü tüketilmiştir. Bunun nedeni; doğal gaz fiyatlarındaki yükseliş ve yenilenebilir enerjide rüzgarın az esmesi olarak belirtilebilir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının doğası gereği üretimde dalgalanmalar yaşansa bile AB Yeşil Mutabakatı hedefleri doğrultusunda Almanya kömürden çıkış için planlarını oluşturmuş ve 2038 yılında kömürden çıkmayı hedeflediğini açıklamış, daha sonra ise planlarını revize ederek kömürden çıkışı 2030 yılına çektiğini duyurmuştur. Ancak, Ukrayna-Rusya çatışması Almanya'da enerji arz güvenliğinde yarattığı sıkıntıları dikkate alarak 2030 yılına kadar kömürden elektrik üretimine devam edeceğini açıklamıştır.



Şekil 46: Almanya Kömürden Çıkış Kurulu Güçleri (www.cleanenergywire.org)

Tablo 6: Almanya - Termik Santrallarda Kullanılan Pülverize Kömürün Spesifik Değerleri [4]

Elektrik Üretiminde Kullanılan Pulverize Linyit Değerleri				
Kömür Bölgesi	Kalorifik Değer (MJ/kg)	Nem (%)	Sülfür (%)	Kül (%)
Rhineland	22,2	11	0,35	4
Lusatia	21	10,5	0,8	6
Orta Almanya	21	10,5	1,5	6-9

Tablo 6'da Almanya'da termik santrallarda kullanılan kömürün kalorifik değeri 22. 2 MJ/kg ila 21 MJ/kg arasında olduğu görülmektedir (5302 kcal/kg ila 5016 kcal/kg).

Almanya kömürden çıkış programı, zaman çizelgesi:

Almanya, kömürle çalışan termik santrallardan elektrik üretimini en geç 2038 yılına kadar sona erdirmek için yasal düzenlemelere başlamış ve münferit linyit santralları için bir kapatma takvimi oluşturmuş olup santral işletmecilerine tazminat ödemek üzere anlaşmaya varmıştır. Aynı zamanda, Almanya Meclisi tarafından 3 Temmuz 2020'de "Kömürden Çıkış Yasası"nı kabul etmiştir. [5]

Kömürden Çıkış Yasası, linyit ve taşkömürü arasında net bir ayırım yaparak, ülkenin kalan kömür santrali kapasitesini kapatmak için yol haritasını ortaya koymaktadır. Almanya'daki son taşkömürü madeni 2018'de kapatılmıştır. Madencilik bölgeleri ve işçiler üzerinde, linyitin kullanımdan kaldırılmasının taşkömürünün devre dışı bırakılmasından daha fazla etkisi olacağı öngörülmektedir.

Kömürden çıkış yasal düzenlemesi, aynı zamanda kömür santrali işletmecilerinin tazminat taleplerini de çözmüş ve kömür bölgelerinde 40 milyar Euro değerinde ekonomik destek programlarının önünü açmıştır.

Kömürden çıkış yasası, Almanya'da kömür kullanarak elektrik üretiminin adım adım azaltılmasını ve sonlandırılmasını ayrıntılı olarak açıklamakta, kömürden çıkış komisyonunun 2019'daki tavsiyelerini takip etmekte ve gelecek tarihlerde Almanya elektrik piyasasında ne kadar kömürlü elektrik üretim kapasitesinin kalacağını belirlemektedir.

Almanya'da kömürden çıkış üç aşamada gerçekleştirilecektir:

- » 2019 yılında 22,8 GW taşkömürü ve 21,1 GW linyit yakan termik santralların gücü, 2022 yılının sonuna kadar 15 GW taşkömürü ve 15 GW linyit kapasitesine düşecek, 2030 yılına kadar 8 GW taşkömürü ve yaklaşık 9 GW linyit yakan termik santral kalacak

- » En geç 2038 yılı sonuna kadar, kömürden çıkış aşamalı olarak tamamlanacağı için geriye kömür santrali kapasitesi kalmayacak,
- » 2026, 2029 ve 2032 yıllarında aşamalı olarak kullanımdan kaldırmanın 2035'e kadar tamamlanıp tamamlanamayacağına karar vermek için üç inceleme planlanacak.

Kömürden çıkış yasası ile linyit ve taşkömürü kapasitesinin yıllık olarak eşit oranda azaltılması; böylece, daha az miktarda linyit kapasitesinin devre dışı bırakılacağı yıllarda (linyit kullanımdan kaldırma programında kararlaştırıldığı gibi), daha fazla taşkömürü santrali kapatılacağı ve bunun tersinin de geçerli olabileceği öngörülmektedir [5].

Almanya'da Kapasite Azaltımları Nasıl Sağlanacak?

Linyit için:

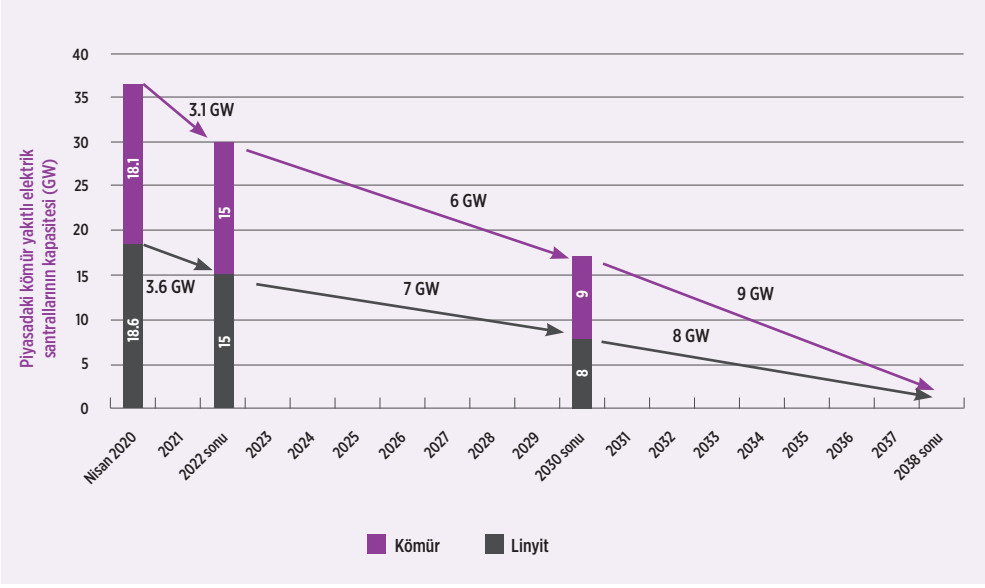
Ocak 2020'de ve aylarca süren görüşmelerden sonra federal hükümet tarafından, kömür işletmecileri ve etkilenen eyaletlerin başbakanlarıyla bir anlaşma yapılmış, ülkenin linyit yakan termik santrallerinin kapatma takvimini, linyit işletmecileri RWE, LEAG (EPH), Uniper ve EnBW ile yapılan sözleşmelerle belirleyerek, ekonomik olarak daha zayıf olan Doğu Almanya Maden Bölgelerindeki etkilerini azaltmak için Batı Almanya'dan aşamalı olarak çıkılacağı ifade edilmiştir.

2021 yılından 2022 yılının sonuna kadar, kömür sahası kapatmalarından yalnızca RWE sorumlu olacaktır, Rhenish kömür madenciliği bölgesinde yaklaşık 3 GW'lık üretimin çevrim dışına çıkacağı belirtilmektedir. [5]

Temmuz 2022'de revize edilen Kanun ile Almanya kömürden çıkışını 2030 yılına çekmiştir. Kömürden çıkış yasası gereği, 2030 yılına kadar planlanan kapatmalar için toplam 4,35 milyar Euro tazminat ödenmesi öngörülmektedir. Ayrıca hükümet, kömür çıkış planları nedeniyle işini kaybeden linyit madenlerinde ve taşkömürü ve linyit santrallerinde çalışan belirli yaşın üzerindeki işçiler için uyum ödemeleri yapacak, 2048 yılına kadar yapılacak ödemelerin maksimum toplam 5 milyar Euro'ya ulaşacağı öngörülmektedir. [5]

Dünya'da ve Avrupada her şey normal şartlarda devam etse idi Almanya'nın kömürden çıkış senaryoları hazırlanmış, hatta ilk belirlenen tarih olan 2038'den 8 yıl öne çekilerek 2030 olarak revize edilmişti. Ancak Covid-19 pandemi süreci ve sonrasında 2022'nin başlarında Ukrayna-Rusya çatışmasının ardından, Almanya'nın yeni seçilen hükümeti, Rusya'dan azalan fosil yakıt akışının enerji arz güvenliğinde risk oluşturması nedeniyle enerji politikası planlarını yeniden gözden geçirmek zo-

runda kalmıştır. Hükümet, diğer şeylerin yanı sıra, halihazırda hizmet dışı bırakılan kömürlü termik santrallerin geri dönüşüne yeşil ışık yakmış ve ayrıca ülkenin kalan iki nükleer santralinin çalışma süresinin uzatılmasına izin vermiştir.



Şekil 47: Almanya için Kömürden Çıkış

29 Ocak 2020 taslak kömürden çıkış yasasına göre Almanya Federal Hükümetin yıllara göre devre dışı bırakılacak güç miktarları Şekil 47'de görülmektedir.

24 Şubat 2022 de Rusya'nın Ukrayna'ya işgalinin başlamasından sonra AB ülkeleri ile Rusya arasında karşılıklı bir takım yaptırımlar başlamış olup bu yaptırımlar en çok enerji sektörünü etkilemiş, AB üye ülkeleri planlarını tekrar gözden geçirmek zorunda kalmışlardır.

Almanya; doğal gaz ithalatının %55'ini, taş kömürü ithalatının %50'sini, petrol ihtiyacının da %30'unu Rusya'dan sağlamaktadır. Almanya'daki yasal düzenlemelerle petrole yönelik 90 günlük ihtiyacı karşılayacak stratejik bir depolama öngörülmüş olup doğal gaz ve kömür için böyle bir limit bulunmamakta ve bunların depolanma miktarına şirketler tarafından karar verilmektedir. [6] Rus Şirketi olan Gazprom'un bir yan kuruluşu Astora, Almanya'daki doğal gaz de-

Kömürden çıkış yasası gereği, 2030 yılına kadar planlanan kapatmalar için toplam 4,35 milyar Euro tazminat ödenmesi öngörülmektedir.

polarının üçte birinden fazlasını elinde tutmakta ve bu dönemde depolarının tümü neredeyse boş, Rehden'deki deponun sadece %3'ünün dolu olduğu belirtilmektedir. Böyle bir durumla bir daha karşılaşılması için, yasal düzenlemeyle doğal gaz depolarına asgari doluluk oranı uygulaması getirilmesi hedeflenmektedir.

Almanya'da kömürden elektrik üretimine bakıldığında 2013 yılındaki 288,2 GWh üretim 2020 yılında 134,6 GWh'e gerilemiştir. Ancak Rusya-Ukrayna çatışmasının da etkisi ile 2021 yılında 164,5 GWh, 2022 yılında ise 181 GWh'e yükselmiş olup toplam enerji üretiminin %15,5'ini oluşturmuştur. IEA 2022 yılı Kömür raporunda Almanya'da 2024 yılında da kömürden elektrik üretiminin devam edeceği, ancak bunun ülkenin 2030 yılı kömürden çıkış planını etkilemeyeceği belirtilmektedir.

Bu gelişmeler nedeniyle, Almanya'da eyalet hükümetlerinin ekonomi bakanları hem kömür hem de nükleer santrallerin kapatılması süreçlerinin tekrar gözden geçirilmesini ve bütün ihtimallerin masaya yatırılmasını talep etmişlerdir. <https://www.cleanenergywire.org>

3.4.2. MACARİSTAN

Macaristan, enerji sektöründe uzun vadeli bir devlet politikası vizyonunun oluşturulmasına yönelik bir adımı temsil eden Ulusal Enerji Stratejisi 2030'u geliştirmiş ve onaylamıştır. Stratejinin temel amacı, ekonominin rekabet gücünü desteklerken sürdürülebilir ve güvenli bir enerji sektörü sağlamaktır. Bu amaca ulaşmak için, strateji beş araç ortaya koymaktadır:

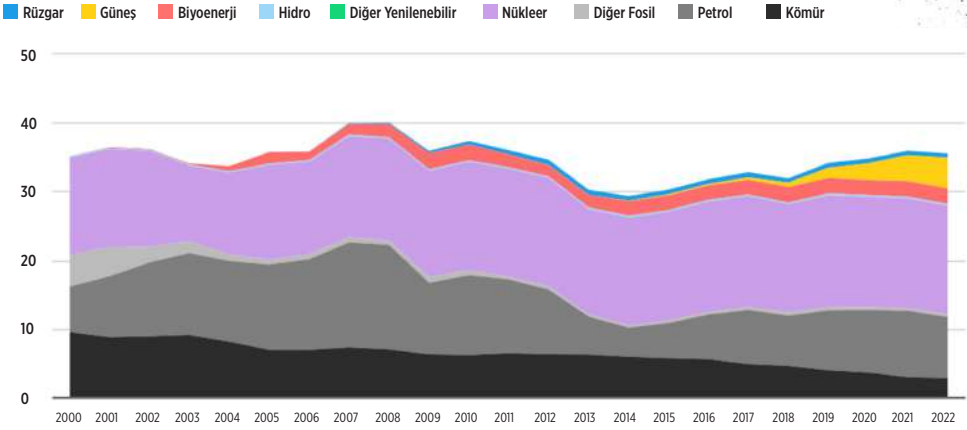


- i) Enerji tasarrufunu ve enerji verimliliğini artırmak,
- ii) Yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırmak,
- iii) Mevcut nükleer enerji kapasitesini korumak,
- iv) Orta Avrupa doğal gaz ve elektrik şebekeleriyle daha yakın bütünleşme ve gerekli sınır ötesi kapasite inşaa etmek,
- v) Enerji kurumlarını yenilemek.



Macaristan, enerji sektöründe uzun vadeli bir devlet politikası vizyonunun oluşturulmasına yönelik bir adımı temsil eden Ulusal Enerji Stratejisi 2030'u geliştirmiş ve onaylamıştır.





Şekil 48: Macaristan Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi (2000-2022 TWh) (EMBER)

2000-2022 döneminde özellikle 2004 yılından itibaren Macaristan'ın enerji sisteminde yenilenebilir enerjinin payı önemli ölçüde artmış, ancak bu büyüme son yıllarda dengelenmiş bulunmaktadır.

Kömür üretimi, 2015 yılında 1,5 Mtoe iken, 2010 yılından bu yana %5 düşüş gerçekleşmiştir. Nisan 2021'de ise Macaristan'ın AB'den sorumlu Devlet Bakanı, ülkenin son kömür santrali olan Matra Santralının (944 MW) 2030 yerine 2025'te kapatılarak CCGT'a dönüştürüleceğini duyurmuştur. [7]

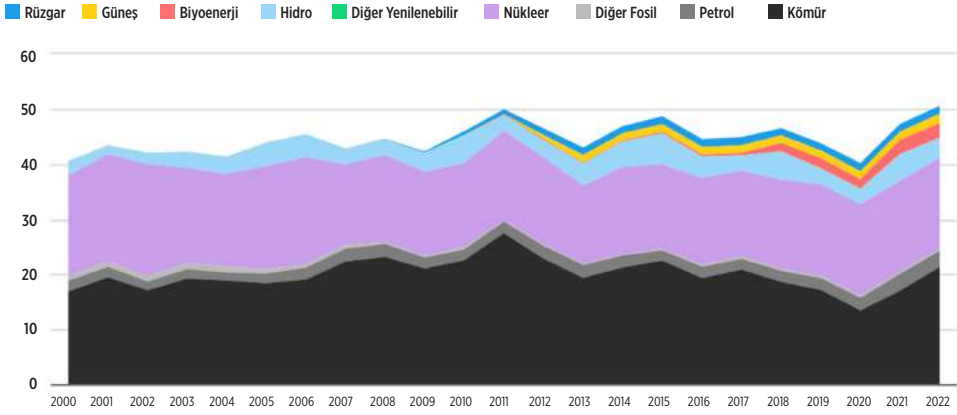
3.4.3. BULGARİSTAN

Bulgaristan; büyük rezerv kapasitesi nedeni ile kömür sektörü yıllar boyunca ülkenin ekonomisinde önemini korumuştur. AB'de pandemi sonrası ekonomik gelişmeler ve doğal gaz fiyatlarındaki artış nedeni ile 2021 yılında kömür üretimi yaklaşık %10 artmıştır. Bulgaristan'da 2021 yılında kömür üretimindeki artış yaklaşık %9 civarındadır.



2021-2030 dönemi Enerji ve İklim Planlarına göre; Bulgaristan enerji arz güvenliği açısından mevcut çevresel limitlere uyarak linyit santrallerini çalıştırmak ve elektrik üretmeye devam etmek niyetini vurgulamıştır. Mevcut linyit yataklarının yaklaşık 60 yıllık ömrü olduğu ve Bulgaristan enerji arz güvenliğinde önemli yeri olan baz yük linyit santralleri için yeni nükleer santral yatırımı ve Kozluduy Nükleer Santralının 5. ve 6. reaktörlerinin devreye alınması ile 2030 yılından sonra devreden çıkması planlanmaktadır. AB programları çerçevesinde linyit bölgelerinde dönüşümü de gündeminde tutan Bulgaristan ayrıca santrallarda kömürden doğal gaza geçişi de planlanmaktadır. (<https://energy.ec.europa.eu>)

Bulgaristan'ın "Bulgaristan Kalkınma Planı 2030" raporuna göre; 2030 yılına kadar sürdürülebilir enerji dönüşümü için stratejik öncelikler belirlenmiş, yerel kaynaklı kömürün enerji sektörü için önemi nedeniyle kömürle çalışan elektrik santrallerini, enerji arz güvenliği ve emisyon ve çevreye etkileri dikkatle takip edilerek 2030 yılına kadar çalıştırarak elektrik üretmeye devam edecekleri ifade edilmektedir. Bulgaristan; AB'nin yeşil enerjiye geçiş hedefleri doğrultusunda, taslak strateji kapsamında 2030 yılı sonuna kadar, çoğunlukla fotovoltaik santraller olmak üzere, yenilenebilir kaynaklardan 2645 MW kurulu güçte elektrik üretim kapasitesi hedeflemektedir. Bulgaristan'da dört adet kömürle çalışan elektrik santrali vardır ve bunların toplam kurulu gücü 3.848 MW olup brüt elektrik tüketiminin %48'ine eşit elektrik üretilmektedir. [8] Diğer AB ülkelerinde olduğu gibi Bulgaristan'da da 2000 yılında 13,5 GWh seviyesine düşen kömürden elektrik üretimi 2021 ve 2022 yıllarında sırası ile 17,1 GWh ve 21,4 GWh olarak gerçekleşmiştir. (EMBER)



Şekil 49: Bulgaristan Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi TWh (2000-2022) (EMBER)

3.4.4. KARADAĞ

Karadağ; yaklaşık 3500 GWh'lik üretimi ile küçük bir ülkedir. 2021 yılında toplam elektrik üretimi 3160 GWh olarak gerçekleşmiştir. Ülkede elektrik Pljevlja Kömür Santrali (225 MW) ve Perucica ve Piva hidroelektrik santrallerinden üretilmekte olup 2017 yılından itibaren küçük rüzgar santrallerinden de elektrik üretilmektedir. (<https://www.trade.gov>)



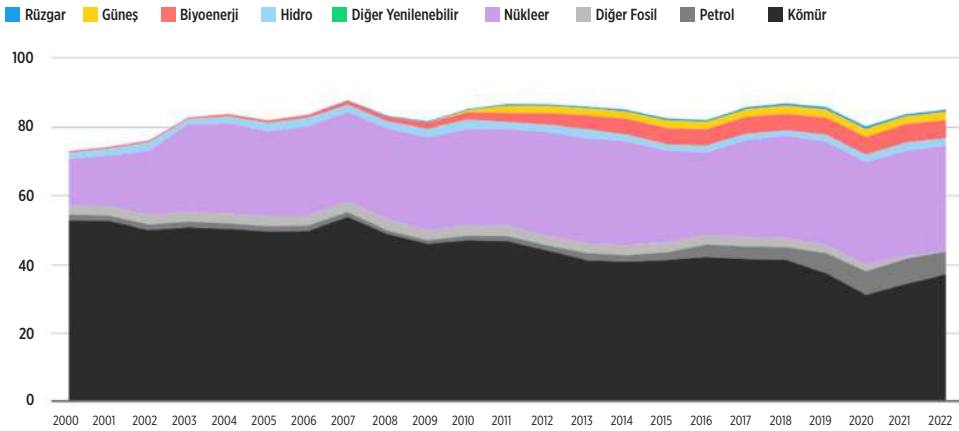
Karadağ'da, henüz işletilmemekle birlikte, 337 milyon ton taşkömürü rezervi bulunmaktadır. (<https://euracoal.eu>)

Karadağ, elektrik üretiminde özellikle hidro, rüzgar ve güneşten elektrik üretimini artırarak "net zero" hedefine ulaşmayı planlarına koymuş ve ülkenin "Ulusal İklim

Eylem Planı"nı bu doğrultuda hazırlamıştır. Mevcut durumda ülke elektrik ihtiyacının büyük bölümünü karşılayan Pljevlja Kömür Santralından elektrik üretmeye devam edeceğini, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi artırmayı hedeflediğini açıklamıştır. Karadağ, kömürün kullanımdan kaldırılmasını ve temiz enerjiye geçişi teşvik eden Kömür Sonrası Güç Birliği platformuna katılmıştır ve en geç 2035 yılına kadar kömür kullanımını durduracağını belirtmiştir. [10]

3.4.5. ÇEK CUMHURİYETİ

Geçmişten bugüne ve geleceğe kömür endüstrisinin Çek Cumhuriyeti'nin ekonomik yapısında önemli bir rolü vardır. Çekya'da tespit edilmiş kömür rezervi yaklaşık 705 Mt'dur. Bu miktarın %95'i linyit olup kuzey-doğu Bohemia bölgesinde işletilmektedir. Taşkömürü ise kuzey Moravia bölgesinde işletilmekte olup Slovakya, Polonya, Avusturya ve Macaristan'a ihraç edilmektedir. 2015 yılına kadar başta Avusturya olmak üzere kömür ihraç etmekteydi. 2016 yılında, yerli kömür üretiminin elektrik üretimindeki kullanımında daha hızlı azalması nedeniyle Çek Cumhuriyeti net kömür ithal eden bir ülke haline gelmiştir.



Şekil 50: Çek Cumhuriyeti Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi TWh (2000-2022) (EMBER)

Çekya'da, yerli kömür üretimi 2009-2019 yılları arasında %36, 2020 yılında ise %24 oranında azalmıştır. Nükleer ise 2009'dan 2019'a %11 artmış ve 2020'de istikrar kazanmıştır.

2015 yılında elektrik için ana üretim kaynağı %54 pay ile kömür santralleri olmuştur ve 2020 yılına kadar bu oran düşmüş, nükleer %32,5 ve yenilenebilir enerji ise %10,7 paya sahiptir (biyoyakıtlar ve atıklar %6,3, güneş enerjisi %2,7, hidro %1,0 ve rüzgar %0,7).

Çek Hükümeti, kömürü enerji karışımından nasıl ve ne zaman çıkaracağına dair seçenekleri araştırmaktadır. Bu amaçla hükümet tarafından 2019 yılında kurulan Kömür Komisyonu çalışmalarını ve tavsiyelerini Aralık 2020’de sunmuştur. Komisyon, kömürün en geç 2038 yılına kadar aşamalı olarak kaldırılmasını tavsiye etmiştir. Ocak 2022’de Çek Cumhuriyeti hükümeti kömürün sonlandırılması tarihini güncelleyerek 2033 olarak duyurmuştur. [11]

Tablo 7: Çek Cumhuriyeti Birincil Enerji Kaynakları ve 2040 Hedefleri (MIT 2015)

Kaynak	2016 (%)	2040 Hedefi (%)
Kömür ve diğer katı yakıtlar	40	11-17
Petrol ve türevleri	20	14-17
Gaz yakıtlar	16	18-25
Nükleer enerji	15	25-33
Yenilenebilir ve ikincil enerji kaynakları	10	17-22

Tablo 7’de Çek Cumhuriyeti’nde kaynağa göre toplam birincil enerji tedariği, 2016 baz yıl ve 2040 hedefleri yer almaktadır. [12] Tabloda, nükleer enerji, toplam birincil enerji arzında en büyük yakıt olarak kömür ve diğer katı yenilenemeyen yakıtların yerini alacaktır. Yenilenebilir ve ikincil enerji kaynakları ile gazın payı da artacak, petrolün payı azalacaktır (MIT, 2015).

Çek Cumhuriyeti gelecekte de kömürün kullanılabilmesi amacı ile Kuzey Bohemia bölgesindeki kömür santrallerini yenileme yatırımları programlamıştır. Örneğin, Tusimice (800 MW) kömür santralindeki yenileme yatırımları ile santralde CO2 emisyonunu düşürmüş, santralin ekonomik ömür 2035’e uzatılmıştır. (www.euracoal.eu) Çek Cumhuriyeti’nin enerji ithalatı 2020 yılında %39’a ulaşmıştır, ancak bu oran AB’nin %60 ithalat bağımlılığının altındadır. (www.public.euracoal.eu)

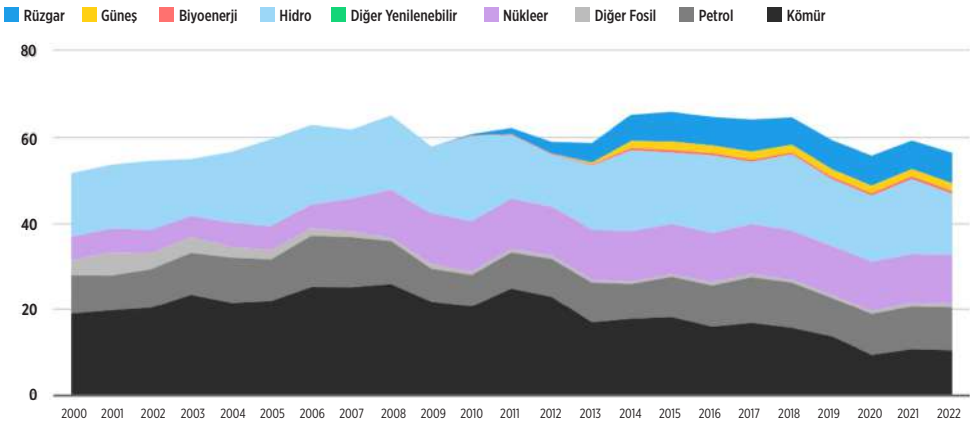
3.4.6. ROMANYA

Romanya linyit üretimi, COVID-19 salgınının ekonomiye etkisinin ardından elektrik talebinin geri dönmesiyle 2021’de %18,2 artarak 17,7 Mt’a yükselmiştir. 26 Ocak 2022’de Avrupa Komisyonu, AB Devlet yardımı kuralları kapsamında, Romanya’nın Oltenia Termik Santralının yenilenmesi için 2,66 milyar Euro yardım sağlanmasını onaylanmıştır. Oltenia Termik Santrali 3.240 MW’lık kurulu gücü ile Romanya’nın elektrik talebinin yaklaşık %20’sini karşılamaktadır. Yeniden yapılandırma planı, linyite dayalı elektrik üretiminin fosil gazından ve yenilenebilir kaynaklardan (güneş enerjisi ve hidroelektrik) üretilen elektrikle değiştirilmesini hedeflenmektedir.



Yeniden yapılanmada çevresel ayak izi iyileştirilerek aynı zamanda işletme maliyetlerini düşürülmesi hedeflenmekte, ayrıca, yeniden yapılanma planı maliyetleri azaltarak santralin verimliliğini artıracaktır (www.euracoal.eu). Romanya Hükümeti; Ulusal Dayanıklılık ve İyileşme Planı'na göre 2032 yılına kadar kömür ve linyit kullanımını aşamalı olarak bırakacağını belirtmiştir. Romanya Hükümeti 2022 yılı ortalarında yeni bir açıklama yaparak 2030'un sonuna kadar kömür kullanımına son vereceğini belirten yeni bir taslak yayınladı.

Birleşmiş Milletler (BM) Paris İklim Anlaşması ile OECD ve AB üyesi ülkeler için 2030 yılına kadar mevcut kömür kullanımına son vermesi kararı alınmıştır. Romanya'nın kömürden çıkış yılı olarak belirlediği 2030 yılı, Paris Anlaşması ile uyumlu olarak hale gelmiştir. [5]



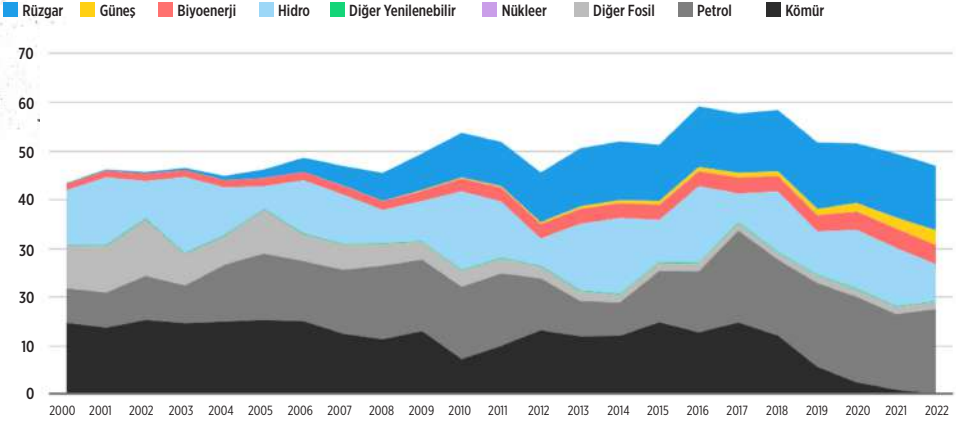
Şekil 51: Romanya Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi (2000-2022) (EMBER)

Romanya hükümeti, Kasım 2018'de 2019-2030 dönemi için hazırladığı "Enerji Stratejisi"nde 2050 yılına kadar öngörülere de yer vermiştir. Stratejinin önceliği fosil yakıtların dönüşümünü belirlemek olup hükümet petrol, fosil gaz ve linyit üretimini simülasyonunu yapmıştır.

3.4.7. PORTEKİZ

Portekiz; 628 MW kurulu gücündeki ülkede kalan son kömür santrali olan Pego Termik Santralini, planlanandan on gün önce 20 Kasım 2021 tarihinde kapatmıştır. Böylece Portekiz, Avrupa'da kömür yakmayı sonlandıran Belçika, Avusturya ve İsveç'ten sonra dördüncü ülke olmuştur. Ülke, 2017 yılında Bonn'da gerçekleşen BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 23'üncü Taraflar Konferansı'nda (COP23) imzaladığı deklarasyon ile 2030 yılına kadar kömürden çıkacağını duyurmuştu. [12]





Şekil 52: Portekiz Kaynaklara Göre Enerji Üretimi TWh (2000-2022) EMRA

3.4.8. POLONYA

Polonya, temiz enerji geçişinde AB'nin önde gelen geride kalmış ülkelerinin başında yer almakta olup elektriğinin %83'ünü fosil yakıtlardan üretmektedir. Polonya; AB ülkeleri arasında fosil yakıt kullanımında en üst sırada yer almakta olup 2020 yılında %68 olan kömürden elektrik üretiminin payı 2021 yılında %71.3'e yükselse de 2022 yılında tekrar gerileyerek %69.3 olmuştur.



Polonya elektriğinin yalnızca %18'i yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmakta, bu değer AB'deki en düşük değerler arasında bulunmakta ve yalnızca çok daha küçük Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri tarafından üretilen miktarlara karşılık gelmektedir. Polonya, Ulusal Enerji ve İklim Planına (NECP) göre, 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan enerjiyi yalnızca %32'ye ulaştırmayı planlamakta, bu oran %59'luk AB ortalamasının oldukça altında bulunmaktadır [13].

IEA Raporu'na göre, 1,5°C hedefine ulaşmak için OECD ülkelerinin 2030 yılına kadar kömürden enerji üretimini sonlandırmaları gerektiği, "Polonya Enerjisi 2040'a" adlı dokümanda AB'de fosil gazın elektrik üretimindeki (+40 TWh) en büyük büyümeyi uygulamayı planladığının görüldüğü, bu durumun, bir iklim hedef eksikliği olduğu ve enerji güvenliği için büyük bir risk teşkil ettiği, aynı zamanda, Polonya Hükümeti'nin yenilenebilir enerji kaynaklarının dağıtımını aktif olarak engellediği belirtilmektedir. En fazla CO₂ yayıcısı olan Polonya'nın temiz enerjiye yönelik hızlı bir politika dönüşü yapmasının gerektiği, aksi takdirde tüm AB'nin 2030 iklim hedeflerinin risk altında olacağı belirtilmektedir.

COP26'da 4 Kasım 2021 tarihinde imzalanan "Küresel Kömürden Temiz Enerjiye Geçiş Bildirisi"ni imzalayan 190 ülke arasında Polonya da yer almıştır. Ancak, Polonya Hükümeti, COP26'da Varşova'nın daha önce fosil yakıttan ayrılacağını umduğuna dair bir bildiri imzalamasına rağmen, 2049'a kadar kömürden enerji üretme niyetinde olduğunu beyan etmiştir [14].

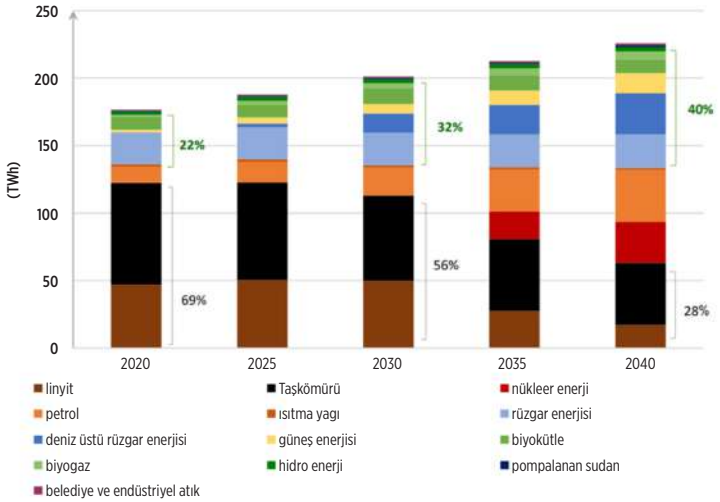
Polonya hükümeti tarafından hazırlanan ve AB Komisyonu'na sunulan; "Executive Summary of Poland's National Energy and Climate Plan for The Year 2021-2030 (NECP PL)" adlı dokümanda; Polonya'nın Ulusal Enerji ve İklim Planı'nın, istikrarlı bir çerçeve oluşturmak amacıyla hazırlandığı belirtilmiştir.

Polonya'nın enerji ve iklim hedefleri Tablo 8'de verilmektedir.

Tablo 8: Polonya'nın 2030'a Kadar İklim ve Enerji Hedefleri

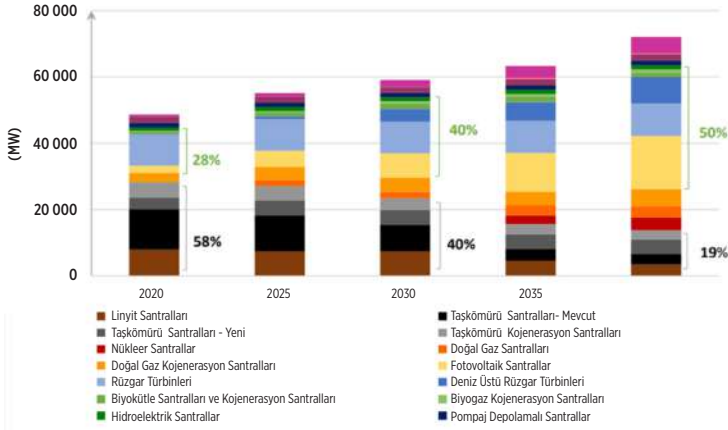
ETS'ye tabi olmayan sektörlerde 2005 yılı ile karşılaştırıldığında CO ₂ emisyonlarının %7 azaltılması		
Yenilenebilir enerjinin %7 oranında ulaşımında kullanılması	Yenilenebilir enerjinin genel enerji kullanımındaki payının 2030'da %21-23 oranına çıkarılması	Yenilenebilir enerjinin ısıtma ve soğutmada kullanımının yıllık %1,1 oranında artırılması
Enerji verimliliğinin 2030'a kadar %23 artırılması (PRIMES2007 tahminlerine göre primer enerji kullanımının %23 azalması)		

Burada yenilenebilir enerji kaynakları hedefinin şarta bağlı olduğu belirtilmekte, yani ek AB fonları verildiği takdirde yenilenebilir enerji için %23 düzeyine erişmesinin mümkün olacağı ifade edilmektedir.



Şekil 53: Polonya'da Elektrik Üretiminin Kaynaklara Dağılımı

Enerji üretiminde kullanılan santrallerin kapasite projeksiyonları ise Şekil 54'de görülmektedir.

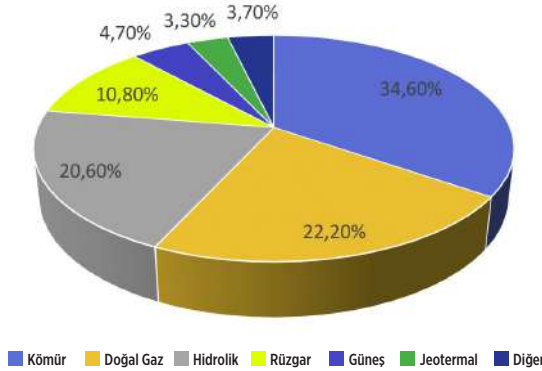


Şekil 54: Polonya Elektrik Kapasitesi Projeksiyonu

Polonya'nın 2040 yılında hala linyit ve taşkömüründen üreteceği elektriğin payını %28 olacağı öngörülmektedir (Şekil 54).

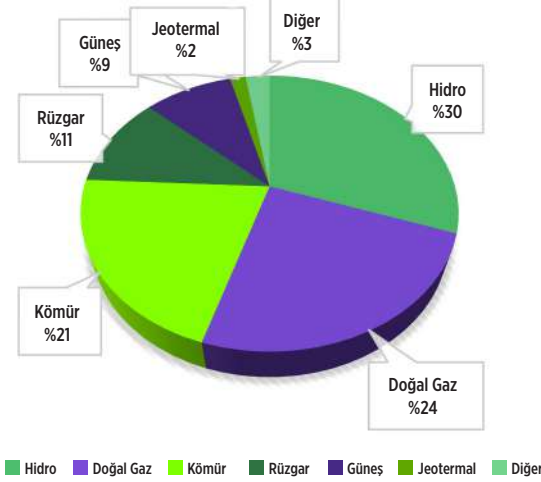
3.5. TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN KÖMÜRLERLE AB'DE KULLANILAN KÖMÜRLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Ülkemizde 2022 yılında elektrik üretimi 326 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Elektrik üretiminin kaynaklara dağılımı aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 55: Türkiye Elektrik Üretimi Kaynaklara Dağılımı (www.enerji.gov.tr)

Ülkemiz 2022 yılı sonu itibarı ile 103809 MW olan kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı ise aşağıdaki şekildedir.



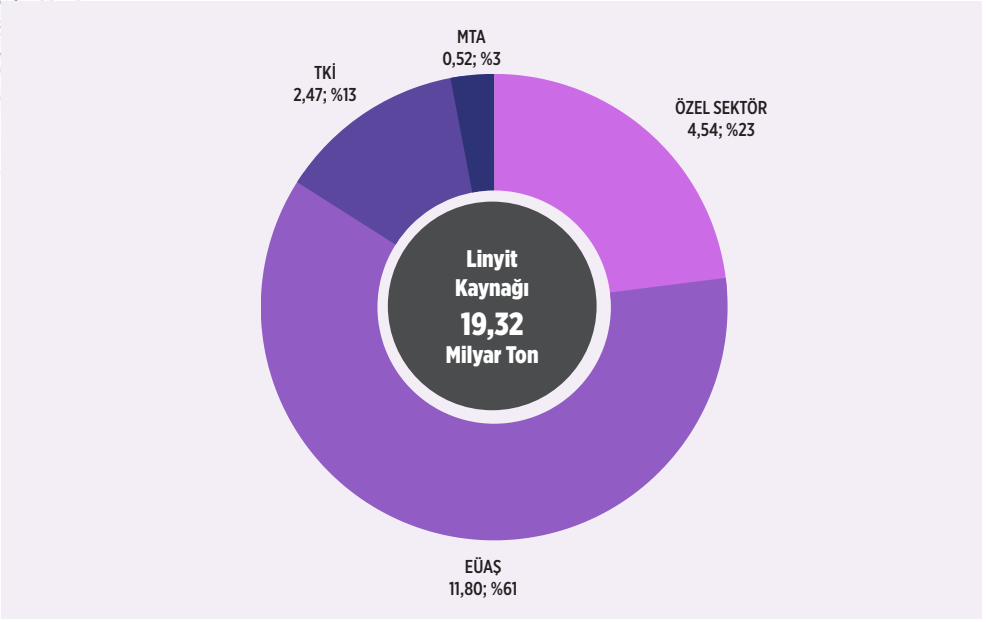
Şekil 56: Türkiye Elektrik Kurulu Gücünün Kaynaklara Dağılımı (www.enerji.gov.tr)

Ayrıca Ülkemizde elektrik enerjisi üretim santrali sayısı, 2022 yıl sonunda 11.427'ye (lisanssız santraller dâhil) yükselmiştir. Mevcut santrallerin 751 adedi hidroelektrik, 67 adedi kömür, 358 adedi rüzgâr, 63 adedi jeotermal, 345 adedi doğal gaz, 9.353 adedi güneş, 490 adedi ise diğer kaynaklı santrallerdir. (www.enerji.gov.tr erişim 29.01.2023)

Ülkemizde 2022 yıl sonu itibarı ile ithal kömür santrallerinin toplam kurulu gücü 10.374 MW, linyit santrallerinin toplam kurulu gücü 10.191 MW, taşkömürü 840 MW, asfaltit ise 405 MW'dır. (www.teias.org.tr erişim 30.01.2023)

Ülkemiz kömür kaynağı ve üretim miktarları açısından linyitte dünya ölçeğinde orta düzeyde, taşkömüründe (antrasit) ise alt düzeyde değerlendirilebilir. Ülkemizin en önemli taşkömürü kaynağı, Zonguldak ve civarındadır. MTA'nın güncel raporlarına göre 736 milyon tonu görünür olmak üzere taşkömürü kaynağı yaklaşık 1,52 milyar ton'dur (TTK, 2021). Ülkemiz kömür kaynaklarının henüz üçte birinin etüt ve fizibilite çalışmaları tamamlandığı için çok az bir kısmı rezerv olarak nitelendirilmektedir. Son yıllarda yürütülen arama ve rezerv geliştirme çalışmaları sonucunda ciddi bir kömür kaynağı artışı sağlanmıştır. Türkiye'de toplam kömür kaynağı yaklaşık olarak 20,84 milyar tondur (MTA, 2020; TKİ 2020) .

Ülkemizde toplam 20,84 milyar ton kömür kaynağımızın yaklaşık olarak 19,32 milyar tonu linyittir. Bunların sektörel dağılımı Şekil 55'da verilmektedir. (www.tki.gov.tr Erişim 30.12.2022)



Şekil 57: Linyit Kaynağımızın Sektörel Dağılımı (www.tki.gov.tr)

Kömürün Sınıflandırılması:

Kömür; jeolojik özelliklere göre ve yaşlarına göre art arda farklı kömür türlerine dönüşür:

Turba, kömürün öncüsü olarak kabul edilir.

Linyit, linyit kömürü olarak da anılır ve en alt sıradaki kömür olup çoğunlukla elektrik üretiminde kullanılır.

Alt bitümlü kömür; özellikleri linyitten bitümlü kömüre kadar değişen kömür, öncelikle elektrik üretimi için kullanılır.

Bitümlü kömür, genellikle siyah, bazen koyu kahverengi, genellikle iyi tanımlanmış parlak ve donuk malzeme bantlarına sahip, öncelikle elektrik üretiminde olarak kullanılır, önemli miktarları da imalatta ısı ve güç uygulamaları ve kok yapmak için kullanılır.

Antrasit, en yüksek dereceli, öncelikle konut ve ticari binaların ısıtılması için kullanılan daha sert, parlak, siyah bir kömür.

Kömürün sınıflandırılması genellikle uçucu maddelerin içeriğine dayanmaktadır. Bununla birlikte, kesin sınıflandırma ülkeler arasında değişmektedir. Aşağıda Polonya Jeoloji Enstitüsü sınıflandırması ile ABD American Society for Testing and Materials (ASMT) sınıflandırması yer almaktadır.

Tablo 9: Polonya Jeoloji Enstitüsü Kömür Sınıflandırması

Kömürün Sınıflandırılması (Polonya Jeoloji Enstitüsü)	
Linyit	Kalorifik Değer: 1505 – 2985 Kcal/kg (Polonya), \geq 4180 Kcal/kg (Batı Avrupa)
Alt Bitümlü Kömür	Kalorifik Değer: 2985 – 3580 Kcal/kg (Polonya) 4180 Kcal/kg (Batı Avrupa) 3580/ 4180 Kcal /kg 5700 – 7000 Kcal/kg Taşkömürü \leq %12 kül \leq %1 Toplam Kükürt \leq %8 Nem
Bitümlü Kömür	7000 – 8350 Kcal/kg Kalorifik Değer \leq %6.9 Kül \leq %0.7 Toplam Kükürt \leq %8 Nem \leq %8 Uçucu Madde
Antrasit	\geq 8350 Kcal/kg kalorifik değer \leq %5.6 Kül \leq %0.9 Toplam Kükürt \leq % 7.9 Uçucu Madde

Tablo 10: Kömür ASTM Sınıflandırması (www.tki.gov.tr)

Sınıf	Alt Grup	Sabit Karbon Sınırları (%)			Uçucu Mineral Madde Sınırları (%)		Isıl Değer (kcal/kg)	
		\geq	$<$	$>$	\leq	\geq	\geq	$<$
Antrasit	1. Meta-antrasit	98			2		7.780	
	2. Antrasit	92	98	2			7.780	
	3. Semi-Antrasit	86	92	8	14		7.780	
Bitümlü Kömürler	1. Düşük Uçuculu	78	86	14	22		7.780	
	2. Orta Uçuculu	69	78	22	31		7.780	
	3. Y. uçuculu-A		69	31			7.780	
	4. Y. uçuculu-B		69	31		7.220	7.220	7.780
	5. Y. uçuculu-C		69	31		5.835	5.835	7.220
Alt Bitümlü Kömürler	1. Alt Bitümlü A		69	31		5.835	5.835	6.390
	2. Alt Bitümlü B		69	31		5.275	5.835	5.835
	3. Alt Bitümlü C		69	31		4.610	4.610	5.275
Linyit	1. Linyit A		69	31		3.500	3.500	4.610
	2. Linyit B		69	31				3.500

ASTM standartlarında kömürün düşük, orta ve yüksek kalorifik değer sınıflandırması aşağıdaki Tablo'da verilmiştir. (<http://www.aresasialtd.com> erişim 02.02.2023)

Tablo 11: ASTM Standartlarında Kömürün Kalorifik Değerine göre Sınıflandırılması

ASTM Standartları	Düşük Kalorifik Değer	Orta Kalorifik Değer	Yüksek Kalorifik Değer
Brüt Kalorifik Değer	4200 Kcal/kg	5000 Kcal/kg	5800 Kcal/kg
Net Kalorifik değer	3800 Kcal/kg	4700 Kcal/kg	5500 Kcal/kg
Toplam Nem	%36	%26	%14
Doğal Nem	~%24	%18	%9Kül
Kül	%8	%5	%15
Uçucu Madde	~%40	%40	%41
Kül Füzyon Sıcaklığı	1.150°C	1.150°C	1.300°C
Toplam Kükürt	%0.8	%0.9	%0.6
HGI	Min. %45	%40	%40
Boyut 0-50 mm	~ %90	%90	%90

Ülkemiz linyitlerinin ısı değeri genel olarak 1.000 kcal/kg ile 4.200 kcal/kg arasında değişiklik göstermekle birlikte yaklaşık %90'ının alt ısı değeri 3.000 kcal/kg'ın altındadır [8]. Buna göre ülkemizdeki linyitler “düşük kalorifik değer” sınıfında yer almaktadır.

Avrupa'da ve Türkiye'de enerji sektöründe kullanılan linyit kömürlerini karşılaştırdığımızda Türkiye'de santrallarda kullanılan linyit kömürlerinin kül ve rutubet oranlarının daha yüksek, kalorifik değerinin ise daha düşük olduğu görülmektedir. Türkiye'deki kömür yakan termik santrallerin bu değerlerle AB çevre mevzuatına uyum sağlaması oldukça zor olacaktır.

3.6. ENDÜSTRİYEL EMİSYONLAR DİREKTİFİ (IED)'NİN GÜNCELLENMESİ

AB'de Endüstriyel Emisyonlar direktifinin güncellenmesi gündemde olup AB Parlamentosu Çevre Komisyonu'nda çalışmalar devam etmektedir. IED'nin endüstriyel emisyonların azaltılmasında etkin rol oynadığı ama yeterli olmadığı düşünülmektedir.

Direktifin;

- » Yeni geliştirilen tekniklerin kullanımı,
- » Yasal gerekliliklerin şeffaflaştırılması,
- » Sera gazı emisyonları (GHG)/Karbonsuzlaştırma,
- » Kaynak kullanımının azaltılması/Döngüsel ekonominin desteklenmesi,
- » Veriye ulaşılabilirliğin sağlanması,
- » En iyi tekniklerin hükümlerinin izin sürecinde kullanılması,
- » Bilgiye erişim ve izin sürecinde halkın katılımı ve yargıya erişim konularına

yeterince cevap vermediği görülmekte olup IED'ye tabi olan sektörlerin genişletilmesi düşünülmektedir.

Enerji sektörü açısından, madencilik/taş ocağı tesislerinin kapsama alınması, direktifin esnekliklerle ilgili maddelerinin silinmesi, suya yapılan dolaylı emisyonlarla ilgili daha sıkı bir yönetim uygulanması, izin süreci için rehber doküman hazırlanması ve şeffaflık getirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda,

- » AB emisyon ticaretine dahil sera gazı emisyonu (GHG) veren tesisler için IED'de sera gazları salımları ve verimlilikle ilgili sınır değerler verilmediği,
- » BREF'lerde tanımlanan En İyi Teknikler (BAT) ve en iyi tekniklerle uyumlu çevresel performans seviyeleri (BAT_AEPLs)'de enerji verimliliğinin zorunlu olarak yorumlanmadığı,
- » Enerji verimliliği indirekt olarak BREF'lerde yer almasına rağmen, GHG emisyonlarının azaltımının BREF'lerin gözden geçirilmesine dahil edilmediği, gelişmekte olan yeni tekniklere yeterince önem verilmediği,
- » IED'nin endüstride karbonsuzlaştırmaya destek vermediği,
- » Enerji verimliliği ile ilgili tekniklerden ziyade karbonsuzlaştırma teknikleri üzerinde çalışılarak sinerji yaratılabileceği

görülmektedir.

IED ile ilgili AB Komisyonunca ortaya koyulan hedefler aşağıda verilmektedir:

Hedefler:
1. Büyük endüstriyel ve (tarımsal) endüstriyel tesislerin kirlletici emisyonlarının önlenmesi veya en aza indirilmesi,
2. Üye Devletler arasında sınır aşan kirliliğe karşı uyumlu bir önleyici yaklaşımın sağlanması,
3. Yenilikçi tekniklerin kullanımını yansıtan sağlığın ve çevrenin yüksek düzeyde korunmasında kirliliğin önlenmesi ve kontrolü için AB genelinde eşit bir oyun alanı oluşturulması,
4. Büyük (tarımsal) endüstriyel tesislere izin verilmesi, işletilmesi ve kontrolü ile ilgili süreçlerde çevresel bilgiler, çevresel karar alma süreçlerine katılım ve adalete erişim ile ilgili özel kişilerin, yerel toplulukların ve sivil toplum kuruluşlarının erişiminin sağlanması,
5. AB hukukunun orantılılık ilkesinin sağlanması,
6. IED'nin büyük endüstriyel ve tarımsal sanayi tesislerinin izinlerinin daha dinamik bir şekilde alınmasına ve gözden geçirilmesinde uygunluğunun sağlanması ve gelecekteki dönüşüm esnasında yenilikçi teknolojilerin ve tekniklerin alınmasının desteklenmesinin garantiye alınması,
7. Büyük (tarımsal) endüstriyel tesisler tarafından tehlikeli kimyasalların kullanımının önlenmesi veya mümkün olmadığında en aza indirilmesi,
8. Döngüsel ekonomiye geçişe katkıda bulunulması.

Bu hedeflere ulaşmak için önerilen politikalar aşağıda belirtilmiştir:

Politika Seçenekleri;
i) Daha Etkin Bir IED Uygulamasının Sağlanması; Şimdiye kadar IED'nin etkinliği ile ilgili sorunların ele alınıp değerlendirilmesi; çevrenin korunmasının, bilgiye erişimin ve uygulamadaki tutarlılığın geliştirilmesi; IED'nin yeniliği, kaynak verimliliğini nasıl desteklediğinin ve GHG emisyonlarının nasıl değerlendirildiğinin geliştirilmesi için sınırlı önlemlerin alınması (örn. enerji verimliliğine ilişkin gereksinimlerin belirlenmesi)
ii) Yeni Gelişmekte olan Teknolojilerin Desteklenmesi; Yeniliğin desteklenmesine odaklanılması; İnovasyon Gözlemevi'nin uygulamaya sokulması; İşletmecilere BAT'lar yerine daha çevreci performans gösteren Gelişen Teknikleri uygulamaları için daha fazla zaman tanınması; Kaynakların ve tehlikeli maddelerin kullanımına ilişkin tanımlayıcı gerekli bilgilerin BREF sürecinin içine katılması, 2035 yılına kadar Dönüşüm Planı gerektiren her bir işletme için izinlerin gözden geçirilmesinin sağlanması,
iii) IED Kapsamındaki Sektörlerde Kullanılan Kimyasallarla İlgili Verilerin BREF'lerde Verilmesi; IED'nin daha güvenli kimyasallara, kaynak verimliliğine ve döngüsel ekonomiye geçişi nasıl desteklediğine dair daha iddialı bir yaklaşımda bulunulması, Tesislerin kaynak verimliliği, döngüsel ekonomi ve kimyasallar yönetimi bölümlerini içeren bir Çevre Yönetim Sistemine sahip olmasının gerekliliği, hammadde ve atık hakkında kritik, sektöre özel bilgilerin ve BREF sürecine daha sistematik olarak dahil edilmesi, ELV'lerin gelecekte GHG emisyonlarını kapsayabilmesi için IED Madde 9 (1)'in kaldırılması ile karbonsuzlaştırmayı desteklemeye yönelik daha fazla çaba sarfedilmesi,

iv) Sera Gazlarının IED Kapsamına Alınması:

Sera gazı (GHG) emisyonları ile ilgili olarak, endüstriyel karbonsuzlaştırmada daha merkezi ve yetkili olunması, IED Madde 9(1)'in kaldırılarak, IED'nin revize edilmesi, IED kapsamındaki tesislerden kaynaklanan tüm GHG emisyonları için emisyon sınır değerlerinin belirlenmesine izin verilmesinin sağlanması, yeni izinler veya incelemeler için kaynak verimliliği, enerji verimliliği standartlarının (BAT-AEPLs) sistematik bağlayıcılığının referans alınmasına atıfta bulunulması, AB üyesi devletlerin ulusal endüstriyel simbiyoz (birlikte yaşam) planlarının geliştirilmesinin sağlanması,

v) IED Kapsamının Genişletilmesi:

IED kapsamını, önemli kirlilikten sorumlu olan ve IED'de kurulan süreçler tarafından ele alınabilecek kurulum türleri olan ek sektörleri ele alacak şekilde genişletilmesine Sığır yetiştiriciliğini de ekleyerek, domuz ve kümes hayvanlarının yoğun olarak yetiştirilmesine ilişkin mevcut IED kapsamının artırılması ve özel olarak uyarlanmış bir düzenleyici çerçeveye birlikte hayvancılık üretiminin daha geniş bir kapsamda ele alınması; madencilik, taş ocaklığı ve su ürünleri yetiştiriciliğinin eklenmesi ve halihazırda IED kapsamındaki belirli sektörlerin tanımının genişletilmesi.

IED'nin kapsamının genişletilmesi, GHG emisyonlarının azaltılmasına yönelik tekniklerin uygulanmasına teşvik verilmesi, BAT'ların GHG emisyonlarını da kapsamaya bunlarla ilgili emisyon limit değerleri ya da enerji verimliliği ile ilgili sınır değerlerin konulması, IED izinlerinin GHG limit değerlerini ya da enerji verimliliğini de kapsamaya gerektiği vurgulanmaktadır.

IED'nin güncellenmesinde geliştirilmekte olan yenilikçi teknolojilere önem verilmekte olup NASA'nın teknolojilerin olgunluğunu tahmin etmek için kullandığı bir yöntem olan, teknolojiye hazırlık seviyeleri (TRL) kullanılarak, teknolojinin teknik uygulanabilirliğine karar verilmesinin düşünüldüğü, kademelendiren bu sistemin TRL 8 gerçek sistemin, test ve gösterim yoluyla tamamlandığını ve onaylandığını, TRL 9 ise gerçek sistemin başarılı olarak çalıştığının kanıtlanması anlamına geldiği ifade edilmektedir.

Yenilikçi Tekniklerin Teknoloji Hazırlık Seviyelerini (TRL) ve çevresel performanslarını izlemek için Endüstriyel Emisyon İnovasyon Gözlemevi'nin kurulması, Gözlemevi tarafından TRL 8-9 (veya geliştirilmiş çevre koruma) ile ilgili tekniklerin tanınması, ve Referans Dokümanlar'ın (BREF) güncellenmesinin önerilmesi, gözlemevi tarafından belirlenen en son yeniliklere dayalı olarak yeni tesisler için daha katı BAT-AEL'ler tanımlamaya odaklanan daha kısa süreli, 5 yıla kadar BREF döngüleri oluşturulmasının talep edilmesi, ortaya çıkan tekniklerin daha uzun bir süre boyunca geliştirilmesini ve test edilmesini kolaylaştırmak için IED Madde 15.5 de geliştirilen teknolojiler için tanınan istisna süresinin 18 veya 24 ay'a uzatılmasının gerekliliği belirtilmektedir.

BAT-AEPLS bağlayıcı kaynak verimliliğinin entegrasyonunun, özgül enerji tüketimi, özgül su tüketimi, özgül atık su üretimi, özgül malzeme tüketimi, özgül atık üretimi, kaynak verimliliği üzerine oluşturulacak bir sistem olup işletmelere daha fazla yük ve denetim getirecektir.

IED'nin Büyük yakma tesislerinde uygulanmasına yönelik nihai mevcut en iyi teknikler ve erişilebilecek sınır değerlerle ilgili AB komisyon kararı EU 2017/1442 17.08.2017 tarihli AB resmi gazetesinde yayımlanmıştır. Aşağıda bu karardan alınmış kömür santrallerini ilgilendiren sınır değerlerden bazıları verilmiştir.

Nihai BAT sonuçlarında emisyon limit değerleri günlük ve yıllık ortalama olarak verilmiştir. IED'de ise saatlik ve aylık baz esas alınmaktadır. Nihai BAT sonuçlarına göre bir düzenleme yapılması da düşünülmektedir.

Aşağıdaki Tablo 13-14-15-16-17 ve 18'de kömür ve linyit yakımında havaya salınan NO_x, CO, SO₂, HCl ve HF, toz ve civa emisyonlarının BAT AELS (mg/Nm³) limit değerleri yeni ve mevcut yakma tesisleri bazında yer almaktadır.

Tablo 12: Kömür ve/veya linyit yakımında havaya salınan NO_x emisyonları
(BAT Association Emission Levels (BAT AEL_s))

Yakma Tesisi Toplam Termal Gücü (MW _{th})	BAT AEL _s (mg/Nm ³)			
	Yıllık Ortalama		Günlük ortalama veya örnek periyotta ortalama üzeri değer	
	Yeni Santral	Mevcut Santral	Yeni Santral	Mevcut Santral
< 100	100-150	100-270	155-200	165-330
100-300	50-100	100-180	80-130	155-210
≥300 kömür ve/veya linyit yakan FBC kombustion kazan veya linyit yakan PC kazanı	50-85	<85 – 150 (4)(5)	80-125	140-165 (6)
≥300 kömür yakan PC kazan	65-85	65-150	80-125	140-165 (7)

Tablo 13: Kömür ve/veya linyit yakımında havaya salınan CO (Karbonmonoksit) emisyonları
(BAT Association Emission Levels (BAT AEL_s))

Yakma Tesisi Toplam Termal Gücü (MW _{th})	CO emisyon seviyesi (mg/Nm ³)
< 300	< 30-140
≥300 kömür ve/veya linyit yakan FBC kombustion kazan veya linyit yakan PC kazanı	< 30-100 (1)
≥300 kömür yakan PC kazan	< 5-100 (1)
(1)Kazan dizaynı ve/veya ikincil yakitteknikleri ile uyumlu olmayan teknolojiler için akışkan yatak teknolojisi kazanlarda NO _x emisyon düşmesi 140 mg/Nm ³ 'e kadar yükselebilir.	

Tablo 14: Kömür ve/veya linyit yakımında havaya salınan SO₂ emisyonları
(BAT Association Emission Levels (BAT AEL_s))

Yakma Tesisi Toplam Termal Gücü (MW _{th})	BAT AEL _s (mg/Nm ³)			
	Yıllık Ortalama		Günlük ortalama veya örnek periyotta ortalama üzeri değer	
	Yeni Santral	Mevcut Santral	Yeni Santral	Mevcut Santral
< 100	150-200	150-360	170-220	170-400
100-300	80-150	95-200	135-200	135-220(1)
≥300 PC kazanı	10-75	10-130	25-110	25-165
≥100 Akışkan Yatak Kazan	20-75	20-180	25-110	50-220

Tablo 15: Kömür ve/veya linyit yakımında havaya salınan HCl ve HF emisyonları
(BAT Association Emission Levels (BAT AEL_s))

Kirlenici	Yakma Tesisi Toplam Termal Gücü (MW _{th})	BAT AEL _s (mg/Nm ³)	
		Yıllık ortalama veya bir yıl içinde alınan örneklerin ortalaması	
		Yeni Santral	Mevcut Santral
HCl	< 100	1-6	2-10
	≥ 100	1-3	1-5
HF	< 100	< 1-2	< 1-6
	≥ 100	< 1-2	< 1-3

Tablo 16: Kömür ve/veya linyit yakımında havaya salınan toz emisyonları
(BAT Association Emission Levels (BAT AEL_s))

Yakma Tesisi Toplam Termal Gücü (MW _{th})	BAT AEL _s (mg/Nm ³)			
	Yıllık Ortalama		Günlük ortalama veya örnek periyotta ortalama üzeri değer	
	Yeni Santral	Mevcut Santral	Yeni Santral	Mevcut Santral
< 100	2-5	2-18	4-16	4-22
100-300	2-5	2-14	3-15	4-22
300-1000	2-5	2-10	3-10	3-11
≥1000	2-5	2-8	3-10	3-11

Tablo 17: Kömür ve/veya linyit yakımında havaya salınan civa emisyonları
(BAT Association Emission Levels (BAT AEL_s))

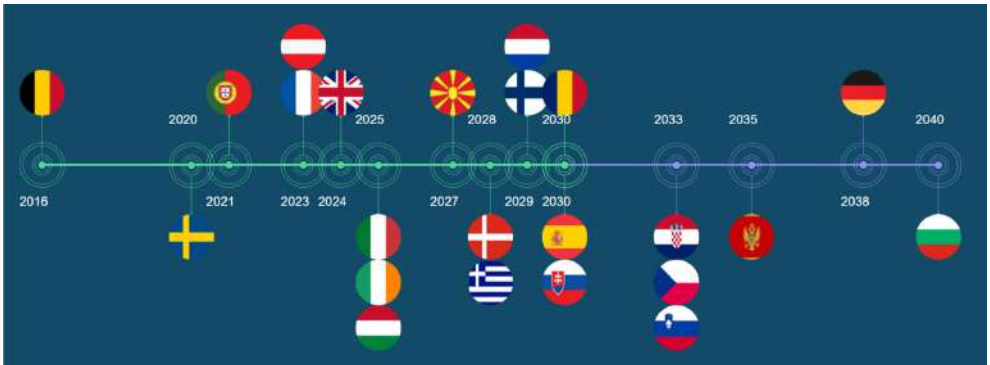
Yakma Tesisi Toplam Termal Gücü (MW _{th})	BAT AEL _s (mg/Nm ³)			
	Yıllık Ortalama veya bir yıl içinde toplanan örneklerin ortalaması			
	Yeni Santral		Mevcut Santral	
	kömür	linyit	kömür	linyit
< 300	< 1-3	< 1-5	< 1-9	< 1-10
≥300	< 1-2	< 1-4	< 1-4	< 1-7

3.7. AVRUPA ÜLKELERİ ULUSAL ENERJİ VE İKLİM PLANLARI (NECP)

Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında, Avrupa Komisyonu tarafından üye devletlerden Ulusal Enerji ve İklim Planlarının (NECP) hazırlanması istenmiştir.

AB Komisyonu'nun geniş çaplı AB Ulusal Enerji ve İklim Planları'nın (NECP) değerlendirilmesi konulu Bildirgesinde [9], AB'nin kömürden, hedeflenen süreden daha önce çıkarak, sera gazlarının azalmasını sağlayacağı, dolayısıyla iklim değişikliğini önlemeye katkı sağlanacağı belirtilmektedir. Yapılan planlama çalışmaları ile AB'de 2016 yılı ile karşılaştırıldığında kömür kullanımının 2030 yılına kadar %70 azalmasının öngörüldüğü ve yenilenebilir kaynakların elektrik üretiminin %60'ını sağlayacağı ifade edilmektedir.

Avrupa ülkelerinin kömür kullanımını sonlandırma yılları aşağıdaki grafikte görülmektedir. (<https://beyond-coal.eu/europes-coal-exit/> erişim 01.01.2023)



Şekil 58: Avrupa Ülkeleri Kömürden Çıkış Tarihleri

Paris İklim Anlaşmasının imzalandığı 2016 yılından bu yana AB ülkeleri kömürden çıkış için duyurular aşağıdaki tabloda yıl bazında verilmiştir.

Tablo 18: Avrupa Ülkelerinin Kömürden Çıkış İçin Tarihsel Gelişim (<https://beyond-coal.eu> erişim 02.02.2023)

YIL	ÜLKELER
2015	Birleşik Krallık dünyada kömürden çıkışı duyuran ilk ülke oldu. (2025)
2016	Belçika Avrupa'da kömürden elektrik üretimini durduran ilk ülke oldu. Fransa Başkanı François Hollande 2023 yılında kömürden çıkışa ilişkin planı duyurdu. Avusturya 'da en son kömür santralının 2025'de kapatılacağı duyurdu. Finlandiya hükümeti elektrik üretimi için kömür kullanımını sonlandırmasına ilişkin planını 2030 yılı olarak duyurdu, 2019 yılında kanunlaştırdı.
2017	Fransa başkanı Emmanuel Macron ülkenin kömürden çıkışını 2022 olarak açıkladı. Daha sonra 2019 yılında enerji ve Çevre Kanununda yer aldı. İsveç son kömür santralının işleticisi 2022 yılında santralin kapatılacağını duyurdu. İtalyan hükümeti 2025 yılında kömürden çıkışı kapsayan ulusal enerji stratejisini açıkladı. Danimarka Kömür Sonrası Güç Birliğine katıldığını duyurdu ve 2030 yılında kömürden çıkacağını açıkladı. Hollanda ; Hükümeti 2030'da kömürden çıkılacağını duyurdu, 2019 yılında kanunlaştırdı. Portekiz ; Çevre Bakanı 2030'da kömürden çıkılacağını duyurdu.
2018	İrlanda , 2025'de kömürden çıkacağını planlayarak Kömür Sonrası Güç Birliğine katıldı
2019	Avusturya ; kömürle çalışan son santralin işleticisi 2020'de santrali kapatacağını duyurdu. Portekiz Başbakanı, Antonio Costa, kömürden çıkışı 7 yıl öne çekerek 2023 yılı olarak duyurdu. Yunanistan ; Başbakanı Kyriakos Mitsotakis 2028 yılında kömürden çıkılacağını duyurdu. Macaristan ; başkanı Janos Ader, 2030'da kömürden çıkılacağını duyurdu. Almanya ; Paris İklim Anlaşmasına uygun olarak 2038 yılında kömürden çıkılacağını duyurdu ve 2020'de kanunlaştırdı.
2020	Avusturya ve İsveç Avrupa'da kömürden çıkan 2. ve 3. ülke oldu. İsveç bunu planlanandan 2 yıl önce gerçekleştirdi. Portekiz 'de işletilen son kömür santrali olan Pego TS 2021 yılında kapatılacağını duyurdu. Böylece Portekiz planlanandan 2 yıl önce kömürle elektrik üretimine son verdi. Birleşik Krallık kömürden çıkışı 2024 yılına çekti.

2021	<p>Macaristan; kömürden çıkışı 5 yıl öne çekerek 2025 olarak duyurdu.</p> <p>Danimarka, son kömür santralının 2028'de kapatılacağını duyurdu.</p> <p>Yunanistan kömür işletici firma PPC 2025 yılında santrali kapatacağını duyurdu.</p> <p>Kuzey Makedonya; 2027 yılında kömürden çıkılacağını duyurdu.</p> <p>İspanya; kömürden çıkışı 2030 olarak duyurdu.</p> <p>Karadağ; kömürden çıkışı 2035 olarak duyurdu.</p> <p>Hırvatistan; kömürden çıkış tartışılmaya başlandı</p> <p>Romanya; NCEP'de kömürden çıkışı 2032 yılı olarak duyurdu.</p> <p>Bulgaristan; NCEP'de kömürden çıkışı 2038-2040 olarak duyurdu.</p> <p>Hırvatistan; COP26 sonrasında kömürden çıkışı 2033 yılı olarak duyurdu.</p> <p>Polonya; COP26'da Temiz Enerji Geçişi bildirgesini imzaladı, ancak dünyanın 23. Gelişmiş ekonomisi olmasına rağmen "gelişmekte olan ülke" statüsünde yer almak istediğini beyan etti. 2049 yılında taşkömüründen çıkılacağını taahhüt etti ancak bu tarih Paris İklim Anlaşması ile uyumlu değil.</p> <p>Portekiz; Pego Termik Santralını kapatarak Avrupa'da kömür ile elektrik üretmeyen 4. ülke oldu.</p> <p>Almanya; yeni hükümet kömürden çıkışı 2030 yılı olarak duyurdu ancak kanunda 2038 olarak kaldı.</p>
2022	<p>Çek Cumhuriyeti kömürden çıkışını 2033 olarak açıkladı.</p> <p>Slovenya; kömürden çıkışını 2033 olarak açıkladı.</p> <p>Romanya; kömürden çıkışı 2030 yılı olarak duyurdu.</p> <p>Avusturya; Haziran 2022'de kapanan bir kömür santralını rezerv olarak tutacağını açıkladı, kömürden çıkış 2023 yılı oldu.</p> <p>Fransa; kömürden çıkışı 2022 yılından 2023 yılına öteledi.</p> <p>Yunanistan; kömürden çıkışı ilk açıklamaya dönerek 2028 olarak duyurdu.</p>



Ülkelerin kömürden çıkış hedefini sağlamak için;

- » Kömürden çıkış tarihinin belirlenmesi,
- » Ülkelerin yaptıkları planları yasalaştırması,
- » Planların iyi uygulanması,
- » Kimsenin geride bırakılmaması, adil geçişin sağlanması,
- » Rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları için projeler geliştirilmesi ve yatırımların hızla devreye alınması için gerekli desteğin sağlanması,

- » Geçiş döneminde doğalgaz veya biyokütleden kaçınılması,
- » Arz güvenliğinin sağlanması,
- » Kömür için karbon bedelinin ödenmesi,
- » İlk olarak en çok kirleten santrallerin kapatılması,
- » Kapatılan santraller için de bir ödeme yapılmaması,
- » Belirlenen hedeflerin sürdürülebilir olması

gerekmektedir





Tablo 19: Avrupa'da Ülkelerin Kömürden Çıkışları (<https://beyond-coal.eu/europes-coal-exit/> erişim 01.01.2023)

Ülke	Kömürden çıkışla ilgili gelişmeler
<p>Almanya</p> 	<p>Kömürden çıkış 2038 (2030 olarak revize edildi)</p> <p>Almanya, Temmuz 2020'de kömür bölgelerinde üretimin sonlandırılmasına ilişkin süreci de destekleyen kanunu onayladı. Kanunda; kömürden çıkış yılı 2038 olarak yer aldı, ayrıca bu tarihin 2035 yılına çekilebileceği belirtildi. Almanya; toplam 23 GW gücündeki 40 kömür santralini 2030 yılında emekliye ayıracak, toplam 19 GW gücündeki 15 santral ise 2030 yılından sonra işletilmeye devam edecekti. Alman Hükümeti ile linyit işletmecileri arasında kamu-özel sektör anlaşması ile kömür sahaları kapandıktan sonraki süreci sübvansane etmek amacı ile 4,35 milyar Euro'luk hibe anlaşması üzerinde görüşmeler devam etmekte ve AB Komisyonun onayı beklenmektedir. Ancak; sivil toplum kuruluşları ve kömür komisyonu üyeleri süreç için yapılan çalışmalar ve planlanlarda belirsizlikler olduğu ifade edilmektedir.</p> <p>Almanya'da Eylül 2021'deki seçimler sonrası iktidara gelen koalisyon hükümeti de kesin adımları belirtmemekle birlikte 2030 da kömürden çıkılacağını vurgulayan bir beyanda bulundu. Bunun için en önemli iki adım yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması ve hidrojen yakıtlı santral yatırımları olarak belirtildi.</p> <p>Almanya Hükümeti 2030 iklim değişikliği hedeflerine uymakta kararlı olduğunu ifade etmektedir.</p>
<p>Avusturya</p> 	<p>Kömürden çıkış 2023</p> <p>Avrupa'da kömürden çıkışını açıklayan 2. ülke olup, kömür yakan son iki santrali 2019 ve 2020 yıllarında kapatmıştır. Ancak, Avusturya'da kömürden çıkış bir hükümet kararına dayandırılmamış, Ocak 2018'de Avusturya Çevre Bakanı ülkenin 2020'de kömürden çıkacağını açıklamış fakat bu açıklama ülke enerji stratejisi ile uyumlu olmamıştır.</p> <p>Haziran 2022'de Avusturya hükümeti, Rusya gazının arzındaki sıkıntılar nedeni ile 246 MW gücündeki Mellach kömür santralının acil durumlarda çalıştırılmak üzere hazır tutulmasını işletmeciden talep etmiştir.</p>

<p>Belçika</p> 	<p>2016 dan bu yana çalışan kömür santrali yoktur</p> <p>Mart 2016'da kapattığı son kömür santrali ile Avrupa'da kömürden çıkan ilk ülke olmuştur. Ancak bu çıkış bir hükümet kararından ziyade mevcut santrallerin AB kirlilik kontrol yönetmeliklerinin kriterlerini karşılamada yetersiz olmalarından kaynaklanmıştır.</p>
<p>Bosna-Hersek</p> 	<p>Kömürden çıkış görüşülmemekte</p> <p>Yeni kömür santrallerinin yapımını Çin kömür teknolojisi ve kredisi ile planlanmaktadır. Mevcut kömür santrallerinin 2028 yılında AB kirlilik yasaları ile uyumlu olacağını açıklamıştır.</p>
<p>Bulgaristan</p> 	<p>Kömürden çıkış 2038-2040</p> <p>Ekim 2021'de Bulgaristan hükümeti 2038-2040 kömürden çıkılacağını duyurmuştur. Avrupa Komisyonuna sunulan Bulgaristan Ulusal Esneklik ve Yenileme Plan'ına göre Bulgaristan kömür endüstrisinin AB Emisyon Standartları ile uyumlu hale gelmesi için bir milyar Euro yatırım ihtiyacı bulunduğunu belirtmiştir. Ancak Bulgaristan'da kömürden çıkış için geçiş dönemi planlaması ve yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik planlarda gecikmeler yaşanmakta, ayrıca yaşlı ve çevreyi kirlüten santraller da halen işletilmektedir.</p>
<p>Çek Cumhuriyeti</p> 	<p>Kömürden çıkış 2033</p> <p>Ağustos 2019'da ülkede kömürden çıkışı planlamak üzere çok ortaklı kömür komisyonu kuruldu. Covid-19 nedeni ile gecikmeler oldu ise de Komisyon Aralık 2020'de kömürden çıkışın 2038 olması yönünde tavsiyede bulundu. Daha sonra yeni Çek hükümeti Ocak 2022'de kömürden çıkış tarihini 2033 olarak güncelledi.</p>
<p>Danimarka</p> 	<p>Kömürden çıkış 2028</p> <p>Danimarka Kasım 2017'de 2030 yılında kömürden çıkılacağını açıklayarak Kömür Sonrası Güç Birliği Platformunun oluşturulmasında ilk imza atan ülkelerden birisi oldu. Danimarka'daki bütün kömür santrallerinin kendi kapanış tarihleri açıklandı ve en son santralin 2028'de kapanacağı duyuruldu.</p>
<p>Finlandiya</p> 	<p>Kömürden çıkış 2029</p> <p>Sivil toplum kuruluşlarının bir yıldan fazla süren ısrarlı baskıları sonucu Finlandiya hükümeti Ekim 2018'de kömürden çıkış için yasal düzenlemeleri hazırladı ve kömürden çıkış 1 Mayıs 2029 olarak duyurdu. Yasal düzenleme kömür sahalarındaki firmaların kömür kullanımından çıkışlarını düzenlemek için 90 milyon Euro'luk fonu da içermektedir.</p>
<p>Fransa</p> 	<p>Kömürden çıkış 2023</p> <p>Kasım 2016'daki COP22'de Fransa kömürden çıkışını 2023 olarak duyurdu. Haziran 2019'da kömürden çıkış yönetmeliği çıkarıldı. Yönetmelik 1 Ocak 2022'den geçerli olacak emisyon sınırları koydu, bu sınırlar kömür santrallerini karlı olmaktan çıkardı. Ancak bu uygulama kömür santrallerinin çalışma saatlerini azalttı veya santralleri kömür ve biyokütle karışımı ile çalışmasına kapı açtı. Haziran 2022'de Fransa Hükümeti 647 MW gücündeki Emile Huchet kömür santralını Rusya'dan gelen doğal gaz arzındaki sıkıntı nedeni ile 2022-2023 döneminde yeniden çalıştıracağını açıkladı.</p>

<p>Hırvatistan</p> 	<p>Kömürden çıkış 2033 veya daha önce</p> <p>Hırvatistan; kömürden çıkacağını açıklamadan, kömürden çıkış için birlikte plan yapılacağını belirterek 30 Haziran 2021 tarihinde Kömür Sonrası Güç Birliğine'de katıldı. Hırvatistan Başbakanı COP26'da en geç 2033 yılında kömürden çıkılacağını duyurdu.</p>
<p>Hollanda</p> 	<p>Kömürden çıkış 2029</p> <p>Ekim 2017'de Hollanda hükümeti ülkedeki bütün kömür santrallerinin 2029 sonunda kapatılacağını duyurdu. Ülkede kalan 5 kömür santralından üçü 2015 veya 2016'da işletmeye alınmıştı ve bu da santrallerinin ekonomik ömürlerinin yarısından daha az çalışacağı demektir. Mayıs 2018'de Hollanda hükümeti kömürden elektrik üretimi için 1 Ocak 2030'da yürürlüğe girecek yasal bir sınır açıkladı ve bunu Aralık 2019'da kanunlaştırdı.</p>
<p>İngiltere</p> 	<p>Kömürden çıkış 2024</p> <p>İngiltere, dünyada kömürden çıkış planlarını açıklayan ilk ülkedir. Ocak 2018'de İngiltere hükümeti bu konudaki niyetini belirtti. İngiltere Başbakanı COP26'da 2024'de kömürden çıkışını bildirdi. İngiltere'de 2013'de kömür santralleri için uygulamaya konulan karbon vergisi nedeni ile üretimde hızlı bir düşüş oldu. Ayrıca İngiltere evlerde kömür kullanımında 2023'de sonlandırılacağını duyurdu.</p>
<p>İrlanda</p> 	<p>Kömürden çıkış 2025</p> <p>Mart 2018'de İrlanda İklim Değişikliği Bakanı Kömür Sonrası Güç Birliğine katılarak ülkesinde kömürden elektrik üretiminin 2025'te sonlandırılacağını duyurdu. 2019 BM İklim zirvesinde İrlanda Başbakanı bu tarihi deklere ederek kesinleştirdi. Buna ilaveten 2019 yılında ev ısıtmasında kömür kullanımına da sınır getirildi. Temmuz 2018'de İrlanda Parlamentosu ülkenin kömür, petrol ve fosil gaz hisselerinin satışına karar verdi ve böylece İrlanda bütün fosil yakıtlardan çıkan dünyadaki ilk ülke oldu.</p>
<p>İspanya</p> 	<p>Kömürden çıkış 2030</p> <p>İspanya 30 Haziran 2021'de Kömür Sonrası Güç Birliği'ne katıldıktan sonra kömürden çıkışını açıkladı. İspanya her ne kadar kömürden çıkışını 2030 olarak açıklasa da kömür santrali ve kömür maden işletmelerinin kapanışını 2025 olarak planlamakta. 30 Haziran 2020'de yedi kömür santrali, AB hava kirliliği standartlarına uymadığı için işletmeyi durdurdu.</p>
<p>İsveç</p> 	<p>2020'de kömürden çıktı</p> <p>İsveç'teki son kömür santralının 2022'de kapatılması planlanıyordu, ancak Aralık 2019'da santralın işletmecisi firması planlanandan 2 yıl önce santrali kapattı ve böylece İsveç Avrupa'da kömürden çıkan 3. ülke oldu. İsveç, dünyada endüstrisi kömüre dayanmayan ilk ülke olmayı planlamakta.</p>
<p>İtalya</p> 	<p>Kömürden çıkış 2025</p> <p>İtalyan hükümeti Ekim 2017'de ülke Ulusal Enerji Stratejisinin bir parolası olarak 2025 yılında kömürden çıkılacağını açıkladı. Strateji Kasım 2017'de imzalanca da bir bağlayıcılığı yoktu, bu da İtalya'nın gelişmelere göre karar vereceği anlamına geliyordu. İtalya Başbakanı 2019 BM İklim Zirvesinde tarihi onayladı.</p>

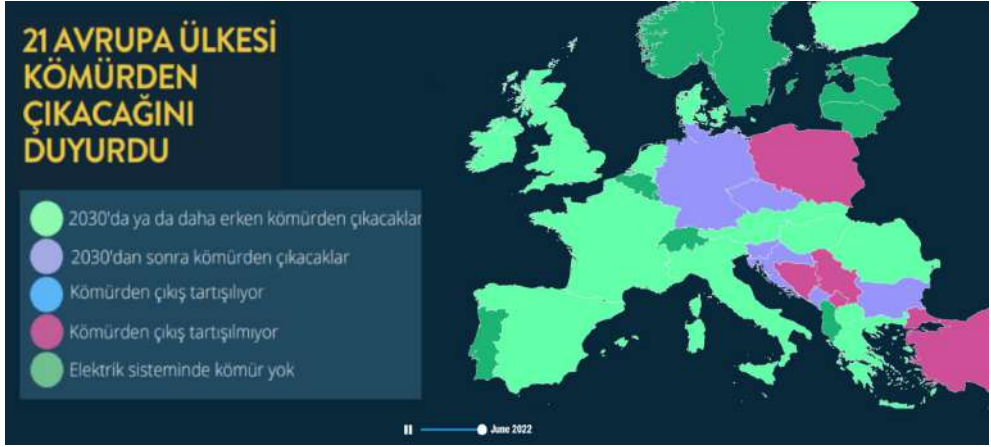
<p>Karadağ</p> 	<p>Kömürden çıkış 2035</p> <p>Karadağ kömürden 2035 yılında çıkacağını ilişkin planı ile Kömür Sonrası Güç Birliğine katıldı. Plan Paris İklim Anlaşması kriterleri ile uyumlu olmamakla birlikte Karadağ OECD ülkesi olmaması sebebi ile Kömür Sonrası Güç Birliğinin 2030 olarak deklere ettiği tarih ile uyumlu olmaması sorun yaratmamakta. Pljevlja II santralının iptali ile Karadağ'da yeni bir kömür santrali yatırımı bulunmamakta olup Şubat 2020'de ülkede mevcut CO2 emisyonu için sınır koyuldu.</p>
<p>Kosova</p> 	<p>Kömürden çıkış görüşülüyor</p> <p>Yeni Kosova Kömür projesinin iptalinden sonra Kosova'da herhangi yeni bir kömür santrali projesi gündemde değil, ancak, mevcut santralleri yaşlı ve mevcut limitlerin dışında olmaları nedeni ile 2028 yılına kadar AB kirlilik mevzuatına uyumlu görünmemektedir.</p>
<p>Kuzey Makedonya</p> 	<p>Kömürden çıkış 2027</p> <p>Kuzey Makedonya 30 Haziran 2021'de Kömür Sonrası Güç Birliğine katılacak kömürden çıkışı açıklayan ilk Batı Balkan ülkesi oldu. Ülkenin kömürden çıkış için açıkladığı 2027 yılı açık madencilikle işlettiği Oslomej kömür santrali kompleksinde planladığı 100 MW güneş kapasitesinin kurulmasına ilişkin plan ile desteklenmektedir.</p>
<p>Macaristan</p> 	<p>Kömürden çıkış 2025</p> <p>Eylül 2019'da Newyork'da düzenlenen BM İklim Zirvesinde Macaristan Başkanı 2030 yılında ülkesinde kömürden elektrik üretiminin durdurulacağını açıkladı. Macaristan Mart 2021'de Kömür Sonrası Güç Birliğine katılarak ülkedeki son kömürle çalışan santralin (Matra-884 MW) 2025 yılında kapatılacağını duyurdu.</p>
<p>Polonya</p> 	<p>Kömürden çıkış görüşülüyor (2049)</p> <p>Polonya planladığı yeni linyit maden yatırımları ve yeni linyit santral projeleri ile kömürden çıkışa en uzak ülke olarak görülmekte. Hükümet sahibi olduğu kömür santrallerini 2049 yılına kadar çalıştırmayı hedefliyor ancak, kömür varlıkları ile enerji sektöründe yeniden yapılanmayı planlıyor. Avrupa Komisyonu, Polonya için planların AB ülke desteği ve rekabet kuralları ile uyumlu olup olmadığı üzerinde değerlendirme yapmakta. Sonuç olarak, Polonya için ulusal seviyede kömürden çıkış için kredilendirme sürecine ilişkin görüşmeler başlama aşamasında. Wielkopolska bölgesi için 2030'da kömürden çıkış ve 2040'da iklim nötr için taahhütte bulunulmuştur. Polonya, COP26'da "Küresel Kömürden Temiz Enerjiye Geçiş Bildirgesini" imzalamış ancak sonrasında dünyadaki 23. büyük ekonomi olmasına rağmen gelişmekte olan ülke statüsünde olduğunu bildirdi ve taşkömürü ile elektrik üretimini 2049'da sonlandıracağını açıkladı. Ancak, bu Paris İklim anlaşması ile uyumlu değil.</p>
<p>Portekiz</p> 	<p>2021'de kömürden çıktı</p> <p>Portekiz 2030'da kömürden çıkacağını açıkladıktan 2 yıl sonra ülkedeki son kömür santralının 2023'de kapatılarak kömür kullanarak elektrik üretmeye son verildiğini duyurdu. Temmuz 2020'de Sines kömür santralının Ocak 2021'de kapatılacağını duyurdu, Portekiz Pego kömür santralını da Kasım 2021'de kapatılarak kömür ile elektrik üretimine son verdi. Böylece Avrupa'da kömürden çıkan 4. Ülke oldu.</p>

<p>Romanya</p> 	<p>Kömürden çıkış 2030</p> <p>Romanya Hükümeti Haziran 2022'de kömürden 2030'da çıkış için bir kanun yayımladı. Kanun kömürden çıkılacak her bir kömür sahasında kurulacak min. 3-5 kW gücündeki güneş fotovoltaik sistemleri için fon şartlarını da belirlemekte.</p>
<p>Srbistan</p> 	<p>Kömürden çıkış görüşülüyor</p> <p>Srbistan Çin'li ortağının da desteği ile yeni bir kömür santrali yatırımı planlıyor. Ayrıca Kostolac Kömür Santralında da yeni bir ünite yatırımı devam etmekte. Mevcut santrallerinin 2028'de AB kirlilik mevzuatı ile uyumlu olacağını açıklamakta.</p>
<p>Slovakya</p> 	<p>Kömürden çıkış 2030</p> <p>Slovakya ulusal Çevre Politikaları stratejisi Şubat 2019'da yayımlandı ve kömürden 2030'da çıkılacağını da içermekte idi. Haziran 2019'da Slovakya Başkanı ve Başbakanı birlikte yaptıkları açıklamada 2023 yıl sonunda kömürden elektrik üretimine son verileceğini duyurdular. Aynı yıl Slovakya Kömür Sonrası Güç Birliğine katıldı. İlginç olan ise, ülkede 2 adet kombine ısı ve güç santrali bulunmakta ve bu santrallerin 2023 ve 2025'de devre dışı olacağı belirtilmekte, ayrıca Teko-1 santralının da ne zaman emekliye ayrılacağı belirtilmemiş. Slovakya kömürden çıkışını netleştirmeli ve bunun da 2025'den önce olması gerekiyor.</p>
<p>Slovenya</p> 	<p>Kömürden çıkış 2033</p> <p>Slovenya'da 2015'de devreye alınan Sostanj 6 kömür santralının işletmecisi 2054 yılına kadar santralin çalışmasını istiyor. Haziran 2019'da, ülkenin AB kömür bölgesi dönüşüm platformuna katılımı sonrasında Slovenya hükümeti kömürden çıkış için ulusal strateji planı geliştirmek için danışmanlık aldı. 2020 sonbaharında açıklanan stratejide 2033, 2038 ve 2042'de kömürden çıkış olmak üzere 3 farklı senaryo önerildi. Slovenya Çevre Bakanlığı senaryolar için değişik çevresel göstergeler ile uygulanabilirliğini gösteren çevre etki değerlendirme raporları hazırladı. Aralık 2020'de yayımlanan taslak çevre raporu bahar 2021'de kamu görüşüne sunuldu. Çevresel sivil toplum kuruluşları raporun Paris 2030 senaryosu ile uyumlu olması gerektiğini belirttiler. Slovenya Ocak 2022'de ülkenin 2033 yılında kömürden çıkacağını açıkladı.</p>
<p>Yunanistan</p> 	<p>Kömürden çıkış 2028</p> <p>Eylül 2019'da Newyork'da düzenlenen BM İklim Zirvesinde Yunanistan Başbakanı ülkesinde 2028 yılında ülkedeki tüm kömür santrallerinin kapatılacağını duyurdu. Süreç içerisinde 2022 yılında bir kömür santrali dışındaki santrallerinde üretim yapmayacağını duyurmuş iken Nisan 2022'de Rusya ile doğal gaz arzındaki sıkıntı nedeni ile bütün kömür santrallerinde 2028 yılına kadar üretim yapılacağını duyurdu.</p>

Santral verimliliği göz önüne alınmaksızın AB ülkelerindeki kalorifik değeri yüksek (yaklaşık 3000-4000 kcal/kg) linyit kullanılarak üretilen 1 MWh elektrik enerjisi için atmosfere yaklaşık 0,386 ton CO₂ sera gazı salınmaktadır. İthal kömür ve taşkömüründe aynı rakam yaklaşık 0,341, doğal gaz için ise 0,202 civarındadır (IPCC, 2006). Aynı değerler kalorifik değeri düşük olan ülkemiz linyitleri için ise ortalama 1,24 ton civarındadır. (örneğin; Afşin Elbistan TS A 1,51 ton, Kangal TS 1,32 ton/kWh,

Orhaneli TS 1,02 ton, Seyitömer TS 1,13 ton, Yatağan TS 1,18 ton) Doğal gaz santrallerinin verimliliği %60 civarındayken ithal kömür santrallerinin yaklaşık %40, linyit santrallerinin ise yaklaşık %35 verimliliğe sahip olduğu göz önünde bulundurulduğunda, aradaki fark daha açık şekilde görülebilmektedir. Bu verimlilik oranlarından yola çıkılırsa 1 MWh elektrik üretimi için bir doğal gaz santralının yaklaşık 0,337 ton CO₂, ithal kömür santralının yaklaşık 0,852 ton CO₂, linyit santralının ise yaklaşık 1,102 ton CO₂ civarında sera gazı emisyonuna neden olmaktadır.

AB, en kirli kömür santrallerine yatırım yapmamaya veya kapatmaya zorlayan hava kirliliği standartlarını geliştirme sürecinde, Avrupa Birliği Sanayi Emisyonları Yönetimi, standartlarının her yedi yılda bir güncellenen “Mevcut En İyi Teknoloji Referans” (BREF) dökümanlarını hazırlamış, 2021 yılında, SO₂ ve NO_x emisyon sınır değerlerinin, Avrupa’daki pek çok santralin uyamayacağı ölçülerde sıkılaştırmıştır. Bu durum, elektrik şirketleri için kömür yakan eski santrallerin kapatılması mı yoksa daha fazla yatırım yapılması mı konusunda bir seçim yapmaları anlamına gelmektedir.

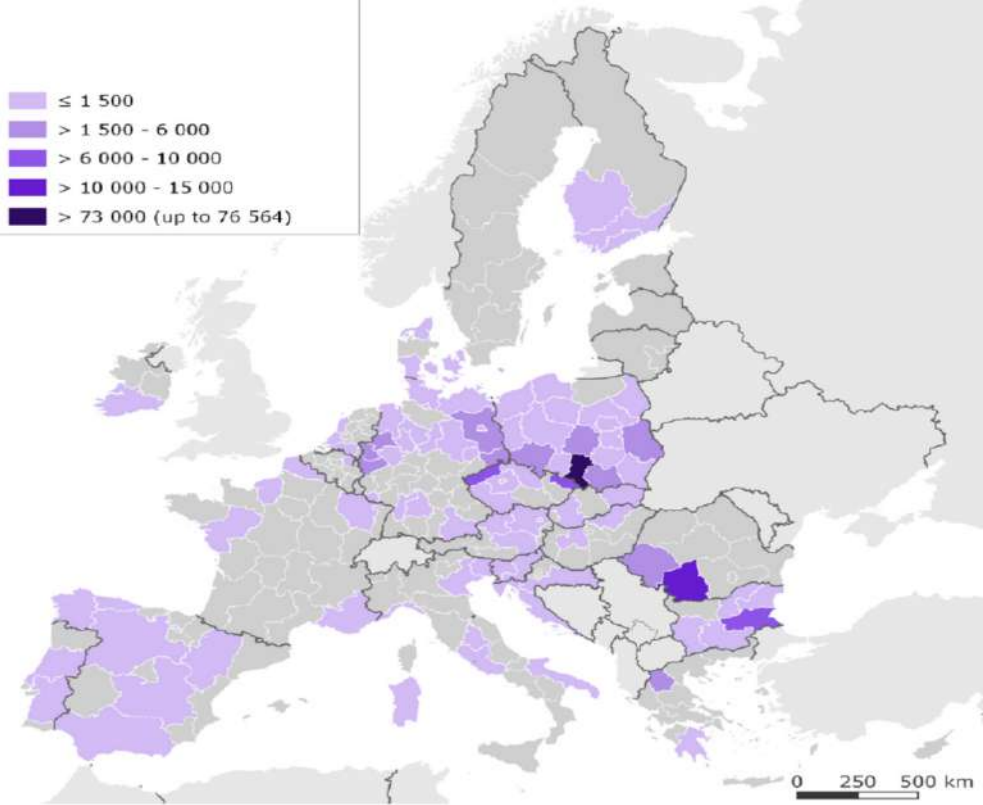


Şekil 59: Avrupa ülkelerinin 2015 - 2022 arası Kömürden Çıkış (beyond-coal.eu erişim 01.02.2023)

3.8. AB'DE KÖMÜRDEN ÇIKIŞTA OLUŞACAK İŞ GÜCÜ KAYIPLARI VE İSTİHDAM

2018 yılında 11 AB ülkesinde (Bulgaristan, Çekya, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İtalya, Polonya, Romanya, Slovakya, Slovanya ve İspanya) 90 adet kömür madeni işletilmekte ve 442 milyon ton taşkömürü ve linyit üretmektedir. [17] AB ülkelerinde kömür yakan termik santrallerin enerji üretimindeki payı 2016 yılı itibariyle azalmaya başlamış, 2018 yılında bu oran %20'ye gerilemiş, 2020 yılında ise 18 AB ülkesinde 166 adet kömür yakan termik santralin toplam kapasitesi 112 GW'dır.

Kömür madenciliği ve kömür yakan termik santrallarda çalışan sayısı 2018 yılında Avrupa'da 208.000 kişi olup (Şekil 60) bu çalışanların %76'sı kömür madencilik sektöründe çalışmaktadır. Kömür madencilik sektöründe en çok çalışan sayısına sahip olan ülkeler Polonya, Çekya, Romanya ve Bulgaristan'dır [17].



Şekil 60: AB Kömür Bölgelerinde Kömür Yakan Termik Santrallardaki Çalışan Sayısı [19]

Kömür sektöründeki değişimler;

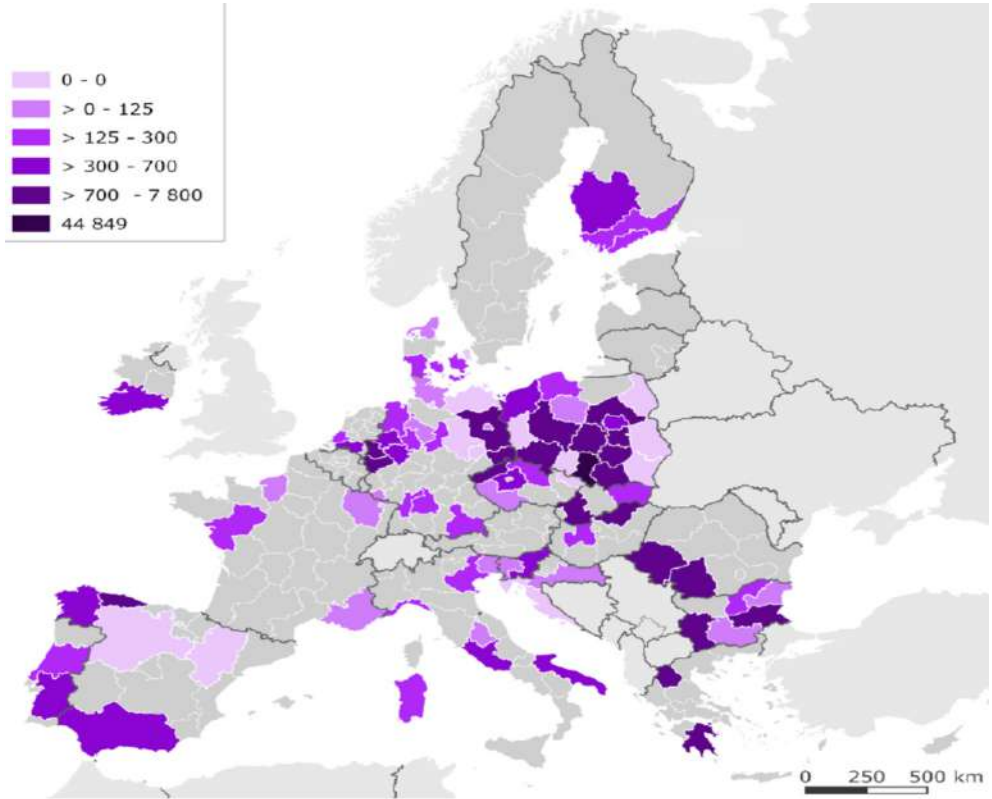
AB ülkelerinde 2015 ve 2018 yılları arasında Bulgaristan, Çekya, Almanya, Polonya, Romanya, Slovakya ve İspanya'da 127 kömür maden ocağından 37'si kapatılmış, bu periyotta linyit üretiminde %8 azalma olmuş, taşkömürü satışları %20 azalmış, 2020 yılını da kapsayacak şekilde son 4 yılda ise 26 GW'tan daha fazla kapasiteye sahip kömür yakan termik santral devre dışı bırakılmıştır. Almanya'da 9,3 GW, İspanya'da 5,3 GW, Polonya'da 3,2 GW, Çekya'da 1,3 GW ve İtalya'da 1,3 GW kömür yakan termik santral devre dışı bırakılmıştır.

2010 ila 2018 yılları arasında AB kömür işletmelerinde çalışan sayısı 239.000 den 160.000'e düşerek %32 azalmış, iş kaybının en çok yaşandığı ülkeler Almanya (%32) ve Çekya (%27) olmuştur. [18]

Enerji senaryolarının kömür üretiminde ve kullanımında hızlı değişiklikler gösterdiği, 27 AB ülkesinde hala bir rolü olan kömürle ilgili 7 kere azaltım senaryosu yapılmış, hemen hemen kömürden çıkış senaryolarında yenilenebilirler enerji, elektrifikasyon ve alternatif yakıtlar üzerine odaklanılmıştır.

Uzun dönem enerji senaryolarında turba kömürü ve bütümlü şist ayrı olarak rapor edilmemiş, 2021 ila 2030 yılları arasında elektrik üretiminde ve kömür madenciliğinden kömürden çıkış nedeniyle 31.000 civarında çalışanın iş kaybı riskiyle karşı karşıya olduğu, ayrıca yine aynı periyotta maden ocaklarının planlı kapatılacak olması nedeniyle ilave işe alım olamayacağından dolayı Çekya ve Almanya'da 2400 kişilik istihdam kaybına neden olacaktır.

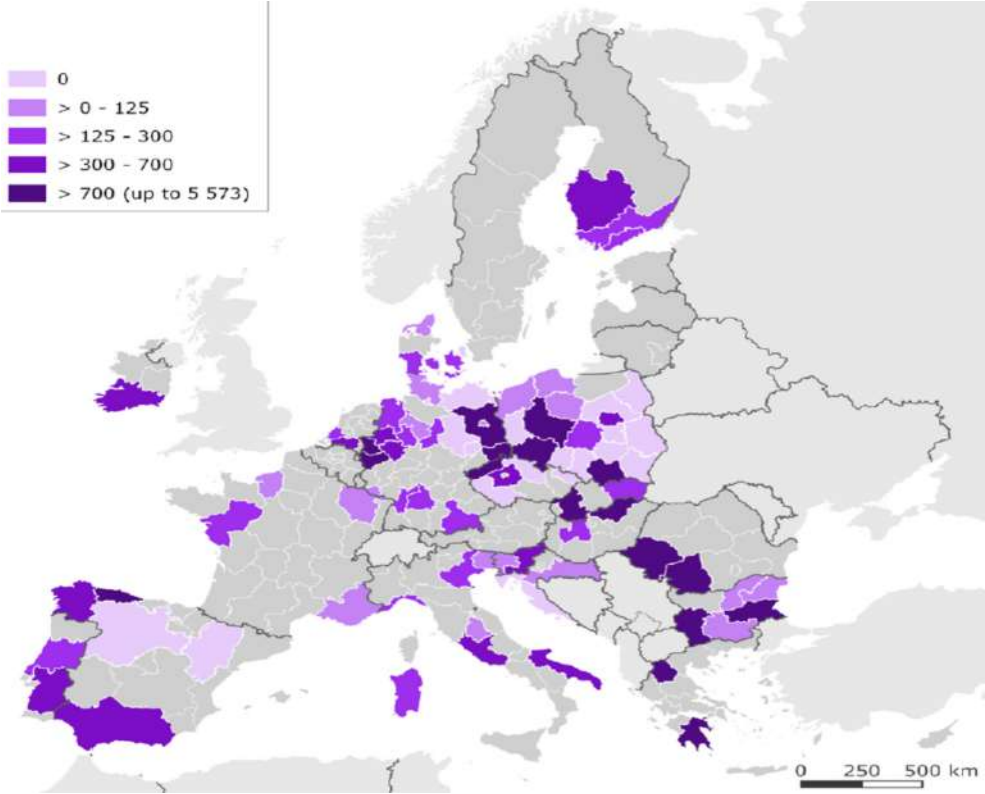
2020 ila 2030 yılları arasında farklı kömürden çıkış senaryolarına göre kömür yakan termik santrallarda ve kömür madenciliğinde 54.000 ila 112.000 çalışanın işini kaybedebileceği, bu iş kayıplarının en çok görüleceği ülkelerin Polonya, Almanya, Romanya, Bulgaristan ve Yunanistan olacağı ifade edilmektedir. Aşağıdaki Şekil 61'de ülke bazında olası iş kayıp riskleri verilmektedir.



Şekil 61: 10 Yıllık Şebeke Geliştirme Planına [10-Year Network Development Plan (TYNDP)] göre 2020 ve 2030 Yılları Arası Kömür İşletmeciliğinde ve Kömür Yakan Termik Santrallarda Potansiyel İş Kaybı. [19]

Kaybedilecek iş sayısının riskinin ilgili bölgelerde dikkate değer fırsatları da olabilmektedir. İlk olarak AB kömür bölgelerinde iş alanı yaratabilmek için yenilenebilir enerji sektöründeki potansiyelin keşfedilmesi gerekmektedir. Tahminlere göre, 2018 yılında saptanan bölgeler baz alınarak, kömür bölgelerinde AB Komisyonunu dekarbonizasyon senaryolarına göre 2030 yılına kadar temiz üretim teknolojileri kullanılarak 315.000 iş olanağının yaratılabileceği ifade edilmektedir.

2050 yılına kadar yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması, düşük karbonlu enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ile 460.000 yeni iş olanağı sağlanabilecektir.



Şekil 62: Ulusal Enerji ve İklim Planlarına göre 2020-2030 Yılları Arası Kömür Madenciliği Ve Kömür Yakan Termik Santrallerden Potansiyel İş Kayıpları [19]

3.9. KÖMÜR BÖLGELERİNDE GEÇİŞ DÖNEMİNE GENEL BAKIŞ

Küresel seviyede, ülkelerin ekonomik gelişmelerine, elektrik talebindeki artışa ve kişi başı elektrik tüketimindeki yükselişe bağlı olarak dünyada kömür üretimi son

40-50 yılda giderek artarken, kömür üretiminin ve kullanımının iklim değişikliğindeki zararlı etkilerinin azaltılması bu amaçla enerji üretiminde yeni ve temiz teknolojilerin yaygınlaşması ile kömür üretiminde de düşüşler olmaya başlamıştır. Ancak, kömür kullanmaktan vazgeçen ülkelerde dahi geçiş süreçlerinde kömür madenciliği devam etmiş ve elektrik üretiminde kullanılmıştır. Ayrıca, kömürden çıkış sürecinde diğer elektrik üretim sistemlerinin kurulmasına ilişkin teknik ve lojistik durumlar, enerji güvenliği, kömür ihracatından gelen gelirdeki azalışın ekonomiye etkisi, kömür değer zincirinde işçilerin etkilenme süreci ve hükümetlerin kararları önem taşımaktadır.

Hükümetler ve karar vericiler kömür sektöründe direk ve dolaylı çalışanlar ile bunların etkilediği toplum birimlerinde geçişin düzenli sağlanması için gerekli önlemleri almalı ve yasal düzenlemeleri yapmaları gerekmektedir.

Dünya Bankası tarafından hazırlanan “*Global Perspective on Coal Jobs and Managing Labor Transition out of Coal: Key Issues and Policy Responses-2021*” Raporda geçmişte yaşanan kömürden çıkış süreçleri de dikkate alınarak geçiş süreçleri için bazı tavsiyelerde bulunmaktadır.

- » Kömür maden işletmeciliği sadece çalışanları etkileyen bir sektör değildir. Çalışanlarının yanı sıra aileler, ticaret, sosyal imkanlar, eğitim, sağlık gibi dolaylı olarak etkilenenler ile büyük bir toplumsal dönüşüm gerektirmektedir.
- » Geçiş uzun bir süreç ister, kömür sektörünün yapılanması, kömürün çıkarılması, işlenmesi, ekonomiye kazandırılması çok boyutlu ve uzun bir süreçtir ve hiç bir ülkede birdenbire oluşmaz. Doğal olarak kömür üretiminin durdurulması, ocakların kapatılması gibi süreçler de zaman ve iyi bir planlama gerektirmektedir ve birdenbire yapılamaz.
- » Geçmişte kapatılan kömür maden işletmelerini süreçleri izleyerek planlama, koordinasyon, yetersiz yatırımlar ve güçlü olmayan politik kararlardan dersler alınmalıdır.
- » Kömür maden işletmeleri çalışanları kapanış sonrası yeni iş kollarına yönlendirilmesinin sosyolojik olarak iyi planlanması gereklidir.



Enerji üretiminde yeni ve temiz teknolojilerin yaygınlaşması ile kömür üretiminde de düşüşler olmaya başlamıştır.



Tablo 20: Dönüşüm Süreci Yönetiminde İşgücü Politika Çerçevesi

1. Ekonomik Kalkınma Stratejisi (kapanış öncesi kararlar)	<ul style="list-style-type: none">* İşle ilgili reformların planlanması,* Fiziki ve dijital altyapı çalışmalarının yapılması,* Ulusal seviyede ekonomik sektörler için eğitim programlarının hazırlanması ve uygulanması,* Ulusal/bölgesel/yerel seviyede kamu kurumları, üniversiteler, özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve diğer toplumsal birimler ile ortaklık ve stratejik işbirliği yapılması oluşturulmalı,* Sürecin maden işletmecileri ile işbirliği içinde yürütülmesi,* İşçilerin kapanış sonrası dizayn için işçi sendikaları ile işbirliği içinde olunması.
2. Analiz ve Planlama (kapanış öncesi)	<ul style="list-style-type: none">* Kömür madeninin kapanışı sonrası direk veya dolaylı olarak etkilenecek çalışanların doğru bilgilendirilmesi,* Sosyal korumalar ve ALMP programları ve işçi yönetmelikleri incelenmeli,* İşsizlik sürecindeki haklar için çalışan yaşı, hane geliri vb kriterler dikkate alınarak düzenleme yapılmalı,* Kömüre odaklanmayan yeni positif kültürel dönüşüm için iletişim çalışmalarına başlanmalı.
3. İşçilere duyuru ve yardım	<ul style="list-style-type: none">* İşe son verilme duyurusunun yapılması,* Maden çalışanları ve işçileri yeni çalışma alanlarına yönlendirilmesi konusunda bilgilendirme,* Bu değişimin işçilerin faydasına olduğu iyi açıklanmalı,* Sürecin programa uygun yürütülmesi ve bilgilendirmelerin uygun yapılması amacı ile bir network kurulması,* Belirli hizmetlerin başlatılması (kariyer, psiko sosyal destek, iş araştırma desteği vb).
4. Kapanış sonrası destek	<ul style="list-style-type: none">* Geçici olarak gelir desteği sağlanmalı,* Aktif iş pazar politikaları uygulanmalı ALMPs iş araştırma/teknik/vb eğitim süreçleri takip edilmeli,* İş değişikliği süreci izlenmeli, efektif uygulanması için kriterler belirlenmeli,* Toplumsal fayda için yardımcı değerlendirmeler yapılmalı.

Kömür madencilik işlerinin sayısı mütevazı olsa da dünya çapında 8 milyon iş gücü bulunmakta ve küresel olarak 900 milyon ABD Doları/yıl gelir yaratmaktadır. Sektör çalışanların yanı sıra dolaylı olarak sistem içerisinde olan diğer endüstri, ekonomik sektörler de yaratmaktadır.

Kömür madenlerinin kapatılmasının, maden işçilerinin ötesinde işgücü piyasaları üzerinde etkileri vardır. Kömür değer zincirindeki işçileri olumsuz etkilediği gibi, maden işçilerinin kazançlarına bağlı yerel ekonomilere zarar vererek, toplum refahını ve sosyal sermayeyi de olumsuz etkiler ve kamu bütçesinde gelir açığı yaratmaktadır.

Bazı topluluklarda, çok az alternatif mevcut olduğundan veya işçiler daha düşük ödeme seçeneklerini kabul etmeye veya daha fazla işgücü talebi olan bölgelere taşınmaya isteksiz olduklarından, yerinden edilmiş işçiler yeni işlere geçmek için mücadele ederken, madenlerin kapatılması kalıcı, istikrarsızlaştırıcı bir talep şoku yaratabilir.

Kömür üretiminin yalnızca birkaç ülkede yoğunlaştığı göz önüne alındığında, küresel kömürden çıkış hedeflerine, az sayıda kilit oyuncunun iddialı eylemleriyle ulaşılabilir. Ancak bazı ülkeler aşamalı olarak azaltmak yerine ihracat için kömür üretimini artırmaktadır.

Geçmiş yıllardaki kömür madeni kapanışlarından alınan dersler, yetersiz planlama, koordinasyon ve paydaş danışmanlığı, yetersiz yatırım ve zayıf politika tasarımının karmaşıklığını ve risklerini göstermektedir. Kömür geçişlerini planlamanın kritik bir yönü, özel yatırımı çekmek ve özel sektör işgücü talebini ve iş geliştirmeyi teşvik etmek için temellerin atılması olacaktır. Bu, destekleyici altyapı ve kurumları, gelişmekte olan sektörlerin beceri gereksinimleriyle uyumlu eğitim müfredatını ve elverişli bir düzenleyici ortamı gerektirir.

Avrupa Yatırım Bankası'nın hazırlamış olduğu "*Kömür Bölgelerinde Geçiş Dönemine Genel Bakış 2020*" [20] adlı dokümanda;

Yakın geçmişe kadar uzun yıllar boyunca ekonomik büyümenin temel taşı olarak kabul edilen, güçlü kömür endüstrilerine sahip bölgeler, hava kirliliği, arazi bozulması ve sosyo-ekonomik gerileme ile eş anlama geldiği, dünya ülkelerinin yavaş yavaş kömürden uzaklaşmaya başladığı ifade edilmekte, kömür üretiminden ve kullanımından kaynaklanan CO₂ emisyonlarının üretiminin iklim değişikliğine katkı sağlayan ana faktörlerden biri olduğu, dünya birincil enerji kaynaklarının %29'una tekabül eden kömürün, CO₂ emisyonlarının %44'ünü ürettiği ve bu emisyon miktarının azaltımı için zorunlu önlemlerin alınması gerektiği belirtilmektedir.

Avrupa Birliği'nde, kömürün öneminin son dönemde azalmakta olduğu, ancak kömür kullanımındaki azalmanın ülkeden ülkeye önemli ölçüde farklılık gösterdiği, hala AB elektrik üretiminin %24'ünü kömürden temin edildiği, elektrik üretiminde oluşan CO₂'in ise %76'sının kömür yakan termik santrallardan kaynaklandığı ifade edilmektedir.

Sürdürülebilir düşük karbonlu topluma geçişin, ekonomide ve yaşam tarzında önemli değişikliklere sebep olacağı, üretim sistemlerinin karbonsuzlaştırılması ve modernizasyonu için büyük miktarda yatırıma ihtiyaç duyulacağı, bunun da Avrupa'nın ekonomik rekabetçiliğini artıracacağı, yeni iş olanakları yaratacağı ve ekonomiyi büyüteceği şeklinde yorumlandığı belirtilmektedir.

Buna karşın, daha yeşil bir geleceğe dönüşümün, beraberinde büyük zorluklar getireceği, etkilenen toplum kesiminin zarar görmesinin minimize edilmesi gerektiği ifade edilmektedir.

2016'da yayımlanan "Tüm Avrupalılar için Temiz Enerji Paketi"nde, AB Komisyonunun; kömür ve karbon yoğun bölgelerin yeni bir modele kaydırılması ve tam dönüşümü için tüm paydaşlarla birlikte çalışılarak tam geçiş için koşulların oluşturulması için taahhüt verdiği belirtilmektedir.

Halen 12 AB üye devlette 41 bölgede aktif olarak kömür madenciliği yapıldığı, yaklaşık 240.000 kişiye iş imkanı sağladığı, bu çalışanların 180.000'ninin kömür ve linyit madencilik sektöründe, 60.000'inin ise kömür yakan termik santrallarda çalıştığı, bu çalışanların bir çoğunun beceri eksikliği nedeniyle ya da benzer iş olmadığından dolayı alternatif iş bulma fırsatlarının sınırlı olduğu ifade edilmektedir.

AB Komisyonunun, AB ülkelerine ve kömür bölgelerine sorunla mücadelede yardımcı olmak ve etkilenen topluluklarda büyümeyi ve istihdamı sürdürmenin zorluğuyla mücadele etmek için, Tüm Avrupalılar için Temiz Enerji Paketinin anahtar eylemlerinden biri olan Geçiş Halindeki Kömür Bölgeleri Platformu'nu başlattığı belirtilmektedir.

Kasım 2019'da Avrupa Yatırım Bankası (EIB) Yönetim Kurulunun, iklim eylemi ve çevresel sürdürülebilirlik için yeni bir yol haritasını onayladığı, yol haritasının üç temel unsuru içerdiği, EIB Grubu'nun, 2021'den 2030'a kadar olan kritik on yılda iklim eylemi ve çevresel sürdürülebilirliğe yönelik 1 trilyon Euro'luk yatırımı desteklemeyi hedeflediği belirtilmektedir.

Avrupa Yatırım Bankası (EIB) iklim eylemi ve çevresel sürdürülebilirliğe ayrılmış finansmanının payının %50'sine ulaşmak için kademeli olarak 2025 yılına kadar artıracacağı ve EIB Grubunun, tüm finansman faaliyetlerini 2020 yılı sonuna kadar Paris Anlaşmasının ilke ve hedefleriyle uyumlu hale getireceği ifade edilmektedir.



Halen 12 AB üye devlette 41 bölgede aktif olarak kömür madenciliği yapıldığı, yaklaşık 240.000 kişiye iş imkanı sağladığı, ifade edilmektedir



Ayrıca, Avrupa Yatırım Bankası Yönetim Kurulunun, temiz enerji inovasyonu, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji yatırımlarını hızlandıracak yeni ve iddialı bir Enerji Kredisi Politikasını onayladığı, bankanın bu yeni politika kapsamında, 2021'in sonundan itibaren gaz da dahil olmak üzere, azaltılmamış fosil yakıt enerji projeleri için artık yeni finansmanı sağlamayacağı belirtilmektedir.

EIB Grubunun, kamu ve özel yatırımları harekete geçirecek Avrupa Yeşil Mutabakatı Yatırım Planından ve yapısal bir değişimden olumsuz etkilenecek bölgelere ve topluluklara yardım etmeyi amaçlayan "Adil Geçiş Mekanizması"nın uygulanmasında Avrupa Komisyonu'nun ana ortağı olduğu ifade edilmektedir.

Avrupa Yatırım Bankasının Adil Geçiş Mekanizması kapsamında Avrupa Komisyonu ile çalıştığı;

- » Adil Geçiş Fonunun öncelikli olarak bölgelere hibe sağlayacağı, örneğin, çalışanları geleceğin iş piyasası için beceriler geliştirmelerinin destekleneceği ve KOBİ'lere, yeni kurulan şirketlere ve kuluçka merkezlerine bu bölgelerde yeni ekonomik fırsatlar yaratmalarında yardımcı olunacağı, enerji verimliliği gibi temiz enerji geçişine yönelik yatırımların da destekleneceği,
- » InvestEU kapsamında özel yatırımları çekmek için bu bölgelere fayda sağlayacak ve ekonomilerinin yeni büyüme kaynakları bulmasına yardımcı olan sürdürülebilir enerji ve ulaşımı sağlamak için özel Adil Geçiş Planlarının hazırlandığı,
- » Bölgesel ısıtma ağlarına yapılan yatırımlar ve binaların yenilenmesi için, kamu kesimine AB bütçesi destekli kamu kredisi imkanlarının sağlanacağı belirtilmektedir.

Avrupa Yatırım Bankası'nın misyonunun ekonomik ve sosyal uyumu teşvik etme merkezinde yer aldığı ve toplumun en savunmasız grupları için adil bir geçişi ve Avrupa Birliği'ndeki ekonomiler ve toplumlar arasındaki uyumu desteklediği, 2015 ve 2019 yılları arasında EIB'nin, AB uyum bölgelerindeki yatırımlar için 84,4 milyar Euro tutarında finansman sağladığı ifade edilmektedir.

EIB'nin Enerji Kredi Politikası gereğince özel bir Enerji Dönüşüm Paketi oluşturduğu, enerji sisteminin ulusal geçişine yardımcı olmak için düşük gelirli üye devletlere özel destek vereceği, EIB'nin, AB modernizasyon fonundan yararlanan 10 ülkede (Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Hırvatistan, Estonya, Macaristan, Letonya, Litvanya, Polonya, Romanya ve Slovakya) yeni enerji yatırımı (enerji verimliliği, tüm yenilenebilir kaynaklar, elektrik şebekeleri) için uygun proje maliyetinin %75'ine kadarını finanse edebileceği, bu projelerin aynı zamanda EIB'nin hem danışmanlık hem de mali desteğinden faydalanacağı belirtilmektedir.

Orta ve Doğu Avrupa'daki şehirlerin ve bölgelerin karbon emisyonlarını azaltmaya devam etmeleri için teşvik edileceği, iklime zarar vermeyen yeni endüstrilerin destekleneceği, özel araştırma enstitülerini desteklemeye ve daha yenilikçi çevre teknolojilerinin pazara girmesine yardımcı olmaya devam edileceği, bunun da sadece iklimi korumakla kalmayacağı aynı zamanda istihdam yaratacağı ve ekonomiyi güçlendireceği, bu nedenle EIB'nin, müşterilere teknik ve mali tavsiyelerde bulunmak ve finansmana erişimlerini iyileştirmek için desteğini artırdığı ifade edilmektedir (<https://www.eib.org>).

3.9.1. AVRUPA YATIRIM BANKASININ DESTEK VERDİĞİ PROJE ÖRNEKLERİ

Polonya

Polonya'nın Katowice belediyesi, 1996 yılında daha sağlıklı bir çevrede vatandaşların yaşaması ve iş olanaklarının yaratılması için EIB ile kredi anlaşması imzaladı. Katowice EIB ile anlaşma imzalayan ilk Polonya belediyesidir. Yirmi yılı aşkın bir süredir EIB şehrin düşük karbonlu ekonomiye dönüşümü için toplam 205 milyon Euro kredi sağlamış, bu kredinin bir kısmı Katowice şehrinin merkezinin bir bölümünün geliştirilmesinde ve Ulusal Polonya Radyo Senfoni Orkestrası binası ve Uluslararası Kongre Merkezi inşaatında kullanılmıştır. (www.eib.org erişim 04.01.2023)

Almanya

Almanya'nın eski bir maden şehri olan Essen'de, EIB tarafından finansmanının %30'u sağlanan toplam 5,3 milyar Euro'luk çok yıllık proje ile yenilenmektedir. Bu proje ile; Essen 23 hektarlık halka açık bir park, yüksek su kalitesi ve şehir trafiğindeki kısıtlamalar sayesinde yeşil bir şehir, yenilikçi yeşil sektörde 13000 iş sahası oluşmuştur. Nüfusun %95'i 300 m içinde yeşil kentsel alanlarda yaşamakta, 376 km bisiklet yolunun yapıldığı, ayrıca 128 000 m² yol gürültü azaltan asfaltla yeniden kaplanarak gürültü optimizasyonu sağlanmıştır.

AB Komisyonu tarafından yayımlanan "Ulusal Enerji ve İklim Planları: AB'nin 2030 İklim Hedeflerin Üye Devletlerin Katkıları (*Anlaşmasının*: Member State Contributions to the EU's 2030 Climate Ambition)" dökümanında; [21]

AB üyesi devletlerin Ulusal Enerji ve İklim Planları (NECP'ler) ile 2021'den 2030'a kadar AB çapındaki iklim ve enerji hedeflerine nasıl katkıda bulunacaklarını ortaya koyduğunu, bu planların tam olarak uygulanmasının, Avrupa'nın sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik mevcut 2030 hedeflerini aşmasını ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında artışı sağlayacağı ifade edilmektedir. NECP'lerin,

AB Komisyonu tarafından önerilen daha yüksek hedefler için bir sıçrama tahtası olduğu, ayrıca AB üyesi devletlerin toparlanma ve dayanıklılık planları ve adil geçiş planları için önemli girdiler sağladığı, yükselen iklim hedeflerinin, AB ekonomisinin modernleşmesini hızlandırma, yeniliği ve adil bir geçişi teşvik etme ve uzun vadeli, vasıflı yeşil işler yaratma potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir.

Yukarıdaki şekilde mevcut durumda emisyon azaltımının %40 olduğu, mevcut hedefler altında emisyon azaltımının %45 olacağı, yeni teklif edilen emisyon azaltma hedefinin % 55 olduğu görülmektedir.

İklim açısından nötr bir enerji sisteminin büyük ölçüde yenilenebilir kaynaklarına dayanması gerekeceği, AB Komisyonu'nun yaptığı değerlendirmeye göre, AB27'nin yenilenebilir enerjideki payının 2030 yılına kadar mevcut hedefi aşacağını gösterdiği belirtilmektedir. Ancak 2030 İklim Hedefi Planında belirtilenden daha yüksek hedeflere ulaşılması için, bu ilerlemenin daha da hızlandırılması gerektiği ifade edilmektedir.

Üye Devletlerin hedeflerine nasıl ulaşmayı planladıklarına ilişkin örnekler:

- » Avusturya'nın çatılara 100.000 adet güneş paneli kurmayı planladığı;
- » Litvanya'nın, 696 MW kurulu güce sahip olması beklenen küçük ölçekli santrallerin kurulumu için tüketicilere finansal destek vermeyi planladığı;
- » Danimarka'nın, 4 GW açık deniz rüzgar kapasitesine ulaşmak için yatırımlar yapmayı planladığı;
- » Fransa'nın, 2023 yılına kadar 3,7 GW kapasiteyi hedefleyen altı adet açık deniz rüzgar ihalesi başlatmayı planladığı;
- » Yunanistan'ın ve Portekiz'in, eski linyit maden sahalarında güneş enerjisi çiftlikleri ve hidrojen altyapısı kurmayı planladığı;

belirtilmektedir.

Enerji verimliliği

Enerji verimliliğinin, temiz enerjiye geçiş için birinci öncelik olduğu, yapılması gereken işler olduğu, ancak doğru yönde ilerlediklerini, yenileme ile ilgili yeni girişimlerin, hedefle ulaşmayı hızlandıracağını düşündüklerini ifade etmektedirler.

Üye Devletlerin enerji verimliliği hedeflerine nasıl ulaşmayı planladıklarına ilişkin örnekler:

- » Bulgaristan'ın, kamu binalarının yılda %5'inden fazlasının yenilenmesi için bir hedef belirlediği;
- » Letonya'nın, 2030 yılına kadar 2.000 çok daireli ve 3.000 müstakil aile binasını yenilemeyi planladığı;
- » Romanya'nın, özel, ulusal ve AB kaynaklarından finanse edilen bir enerji verimliliği yatırım fonu kurmayı planladığı;

ifade edilmektedir.

3.10. BİRLEŞMİŞ MİLLETLER İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ TARAFLAR KONFERANSI, COP26 VE COP27'DE KÖMÜRÜN DURUMU

Birleşmiş Milletler liderliğinde 1992 yılında imzaya açılan ve 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi küresel ısınmaya yönelik hükümetler arası tedbirlerin alınmasına yönelik çevre sözleşmesidir. Sözleşme ile; insan kaynaklı çevre kirliliğinin iklim üzerinde tehlikeli etkileri olduğu kabul edilerek atmosferdeki sera gazı oranlarını düşürmeyi ve bu gazların olumsuz etkilerini en aza indirerek belli bir seviyede tutmayı amaçlamaktadır. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kabulü sonrası her yıl taraflar konferansı düzenlenmekte ve bu toplantılar kısaca COP (Conferences of the Parties) olarak adlandırılmaktadır. İlk COP 1995 yılında Berlin'de düzenlenmiştir. 1997 yılında Kyoto'da düzenlenen COP3 ile Kyoto Protokolü imzalanmış, 2001 yılında Fas'da düzenlenen COP7'de Türkiye gelişmiş ülkeleri kapsayan Ek II listesinden çıkarılarak sera gazı azaltım yükümlülükleri kaldırılmıştır. Türkiye ancak bundan sonra 2004 yılında sözleşmeye taraf olmuştur.

COP26 Sonuçları:

COP26 Küresel olarak yaşanan Covid-19 pandemi sürecinde İskoçya'nın Glasgow şehrinde 31 Ekim - 12 Kasım 2021 tarihleri arasında küresel ısınma ve sera gazı salınım oranlarını azaltma amacıyla 197 ülkenin katılımıyla gerçekleşmiştir.

Ekonomilerinin ve enerji sistemlerinin büyük çoğunluk ile kömüre dayanan Polonya ve Ukrayna da dahil olmak üzere büyük yakma tesisleri bulunan 40'tan fazla ülkenin COP26'da kömür enerjisini aşamalı olarak durdurma sözü vererek bir mutabakat metni imzalamışlardır. COP26 iklim konferansında Polonya'nın 2030 yılına kadar kömür enerjisini kesme taahhüdünü imzalamasından sadece birkaç saat sonra, Polonya İklim ve Çevre Bakanı Anna Moskwa'nın önümüzdeki yıllardaki dö-

nüşümün her şeyden önce planlı ve adil olması gerektiği, Polonya tarafından kabul edilen sosyal sözleşmede, taşkömüründen ayrılmanın 2049 yılına kadar sürmesinin öngörüldüğü, enerji güvenliğinin ve istihdamın sağlanmasının önceliklerinden biri olduğunu belirttiği ifade edilmiştir.

Henüz tam olarak yayımlanmayan anlaşmaya göre, en az iki düzine ülkenin, iklim değişikliğine en büyük katkıda bulunan kömür kullanımının “işçilere ve topluluklara fayda sağlayacak şekilde” ortadan kaldırılması sözünü verdiği, bu aşamalı çıkışı için son tarihin, gelişmiş ülkeler için 2030 ve dünyanın geri kalanı için 2040 yılı olduğu, imza sahiplerinin ayrıca, yeni kömür santrallerine yapılan tüm yatırımları sona erdirme ve temiz enerji üretiminin yaygınlaşmasını hızlandırma taahhüdünde bulunduğu belirtilmektedir.

Kömür yakmayı aşamalı olarak durdurma taahhüdünde bulunan diğer ülkeler arasında Vietnam, Mısır, Şili ve Fas'ın bulunduğu, ancak önde gelen kömür üreticisi ve kullanıcısı ülkelerden Hindistan, Çin, Japonya ve ABD'nin bu girişime katılmadığı belirtilmiştir.

Polonya'nın enerjisinin üçte ikisinden fazlası kömürden sağlandığı ve bu bağımlılığın AB ile gerginliğe neden olduğu, temel anlaşmazlığın, Polonya'nın Çekya sınırına yakın, yaklaşık 3.600 kişiyi istihdam eden ve yılda 27 milyon tonun üzerinde linyit kömürü üreten Turow linyit madeni ile ilgili olduğu, Polonya'nın madenin işletme ruhsatını 2026'dan 2044'e uzatmasının ardından, Avrupa Adalet Divanının (ECJ), nihai karara kadar madenin geçici olarak kapatılmasına karar verdiği, Polonya hükümetinin buna uymayı ve ardından verilen günlük 500.000 Euro'luk cezayı tanımayı reddettiği ifade edilmektedir.

Ancak Polonya'nın Turow konusunda Çekya ile ileri görüşmelerde bulunduğu ve 2033 yılına kadar gaz, yenilenebilir enerji ve nükleer santral inşası dahil olmak üzere daha yeşil enerji kaynaklarına yönelik birçok taahhütte bulunduğu, 2050 yılına kadar AB'nin iklim tarafsızlığı hedefini kabul edebileceğinin düşünüldüğü belirtilmektedir.

COP27 Sonuçları:

6-18 Kasım 2022 tarihlerinde Şarm el-Şeyh/Mısır'da düzenlenen COP27 tüm zamanların en çok katılımlı taraflar konferansı olmuştur. Rusya-Ukrayna çatışmasının devam ettiği günlerde düzenlenen konferansın “Sonuç Bildirgesi-Şarm el-Şeyh Uygulama Planı” taraflara yükümlülüklerden ziyade yumuşak ifadelerle yayımlanmıştır. Kararlardan en önemlisi ise 2013 yılında Varşova/Polonya'da düzenlenen COP19'da alınan karar COP27 ile somut şekle geçmiş oldu iklim değişikliğinden kaynaklanan “kayıp ve hasar” için bir fon oluşturulması,

2021 yılında Paris İklim anlaşmasına taraf olarak net sıfır hedefini 2053 olarak açıklayan Türkiye; COP27’de güncellenmiş ulusal katkı beyanını açıkladı ve 2030 için %21 olarak emisyon artıştan azaltım hedefini %41’e çıkardığını bildirdi.

COP28 6-13 Kasım 2023 tarihleri arasında Dubai’de düzenlenecektir.

3.11. BÖLÜM 3 SONUÇ

Avrupa Yeşil Mutabakatı ile kapsamında AB ülkeleri iklim nötr bir kıta oluşturmaya yönelik hedefler koyulmuştur. Hedefleri gerçekleştirmek için yasal düzenlemeler yapılmakta ya da mevcut yasal düzenlemeler güncellenmektedir.

IED’nin güncellenmesinde IED’nin ekindeki sınır değerler yerine BAT’larda verilmiş sınır değerlerin alınması gündemde olup bu da kömür yakan santrallere daha sıkı bir uygulama getirilecek olması anlamına gelmektedir. Nihai BAT sonuçlarında emisyon limit değerleri günlük ve yıllık ortalama olarak verilmiştir. IED’de ise saatlik ve aylık baz esas alınmaktadır. Nihai BAT sonuçlarına göre bir düzenleme yapılması da düşünülmektedir.

Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde üye devletler karbon salımlarını azaltmak üzere Ulusal Enerji ve İklim Planlarını hazırlamışlardır ve hedefe ulaşmak içinde kömürden enerji üretiminden vazgeçmeyi planlamaktadırlar. Bunun için de karbon fiyatlandırmasına gitmekte Emisyon Ticaret Sistemi (ETS), Sınırdaki Karbon Mekanizması gibi düzenlemeler yapmaktadırlar.

Avrupa Yeşil Mutabakatı imza sonrasında tüm dünya önce Covid-19 pandemi süreci ve ardından Rusya-Ukrayna çatışması yaşamış, tedarik zinciri ve enerji arz güvenliğinde ciddi sorunlar yaşanmış ve tüm ülkeler hedef ve planlarında değişiklik ve düzenlemeler yapmak zorunda kalmışlardır. Bu krizler ile, yenilenebilir enerji kullanımında enerji kaynak çeşitlendirilmesinin, enerji depolama sistemlerinin geliştirilmesinin önemli olduğu görülmekte, arz güvenliğinin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmakta, ithal yakıt fiyatlarının afaki artışının arz güvenliğini tehdit edebileceği görülmektedir.

Emisyon limit değerlerinin belirlenmesinde en iyi teknikler uyumlu çevresel perfor-



Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında AB ülkelerinde, karbonsuzlaşmaya gidilmekte, iklim nötr bir kıta oluşturmaya yönelik hedefler koyulmuştur.



mans seviyelerinin (BAT AELs) alınmasının büyük yakma tesislerini bilhassa mevcut yakma tesislerini zora sokacağı bellidir. Ayrıca yeterliliği henüz kanıtlanmamış gelişen teknolojilerin Büyük Yakma Tesisi Referans Dokümanlarının (BREF) kapsamına alınması ve bu teknolojilerin sağladığı düşünülen emisyon limit değerlerinin belirtilmesinin de uygun olmayacağı da görülmektedir.

Türkiye’de termik santrallarda kullanılan yerli linyit kömürlerin ısı değerleri AB ülkelerinde kullanılan kömürlere nazaran daha düşük, kül ve rutubet oranları ise daha yüksektir. Türkiye’deki yerli linyit kömürü kullanan termik santralların AB’deki yasal mevzuata uyum sağlamakta oldukça zorlanacağı görülmektedir.

Ama kömürden çıkışın dünya için de çok kolay olmayacağı, arz talep dengesinin sağlanması, temiz enerji teknolojilerinin geliştirilmesi, hidrolik, güneş ve rüzgar enerjisinin iyi etüt edilmesi gerekmektedir. Almanya’nın bu sene yaşamış olduğu rüzgar enerjisinin yeterince olmaması durumu gibi hadiselerle karşılaşmak ülkeleri zora sokacaktır. Ayrıca, kömürden çıkmanın maliyeti ülkeleri zorlayacaktır. 22 Şubat 2022 tarihinde Rusya’nın Ukrayna’yı işgalinden sonra AB ile Rusya arasındaki karşılıklı yaptırımlar, bilhassa petrol, doğal gaz ve taşkömürü ihtiyacının çoğunu Rusya’dan karşılayan Almanya’yı zora sokmuş, nükleer ve kömürden elektrik üretiminin yeniden değerlendirilmesi gündeme gelmiştir.

Yüz yıldan fazla süredir devam eden kömür kullanımının sektör için kısa bir süre sayılabilecek 10-20 yıllarda son verilmesi uygulanabilir olsada ülkelerin ekonomik olarak güçlü olması, hukuksal, toplumsal ve sosyal alt yapının bütün detayları ile hazırlanması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, uygulama süreci ülkelerin kararları küresel gelişmelerden de etkilenmekte, öncelikler değişebilmekte ve planlarda sapmalara veya uygulamanın ertelenmesine de neden olabilmektedir.



GAZLAŖTIRMA

HİLAL ÖZEK SADIKOĞLU
ÖMER ÖZEN

BÖLÜM

4



(HİLAL ÖZEK SADIKOĞLU - ÖMER ÖZEN)

Kömür, sanayi devrimi sonrası kalkınmanın en temel yapı taşlarından birisi haline gelmiştir. Gündelik hayatın yanı sıra; buharlı güç çevrimleri, elektrik santralleri ve ısıtma uygulamalarına kadar pek çok alanda birincil enerji kaynağı olarak kullanılmıştır. Zaman içerisinde farklı enerji kaynakları ortaya çıkmış ve kömürün çevresel etkileri konusunda endişe duyulmuş olsa da kaynak potansiyeli nedeniyle kömürden vazgeçilememiştir. Günümüzde kömür hala pek çok ülkede yaygın olarak kullanılan enerji kaynağıdır. Paris Anlaşması sonrası dünyadaki enerji sektörünün yönünün değişmesi planlansa bile yakın gelecekte kömürün fosil yakıtlar içerisindeki öneminin devam etmesi beklenmektedir.

Kömür madenciliği işlemlerinin yol, su, elektrik, haberleşme gibi alt yapı gereksinimlerine ihtiyaç duyması; madencilik yapılan bölgenin bu çerçevede gelişmesine neden olmaktadır. Kömür madenciliği istihdam ağırlıklı bir sektör olduğu için sosyoekonomik faaliyetleri ve politikaları da etkilemektedir. [23].

Enerji, ülkelerin politika ve stratejilerini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Enerji etkileyen erişilebilirlik, şeffaflık, devamlılık, kolaylık ve esneklik gibi bir takım hususlarda enerji sektörüne yön vermektedir. Kömür özellikle bu bağlamda dünyada yerli enerji kaynağı olarak kullanılan ve enerji politikalarına yön veren bir konumda bulunmaktadır.

Ülkelerin gelişen sanayi ve ekonomileriyle birlikte enerjiye olan ihtiyaçları da giderek artmaktadır. Dünya Enerji Ajansı (IEA)'nın "Enerji Görünümü 2021" raporunda küresel elektrik talebinde %6- 1500TWh'lik bir artış ile tarihteki en büyük artış gerçekleştiği, artışla birlikte ihtiyaç duyulan enerjinin büyük bir kısmının yine kömür gibi fosil yakıtlardan karşılandığı belirtilmektedir. Aynı rapora göre özellikle pandemi ve dünya üzerindeki siyasi değişliklerden dolayı 2021 yılı içerisinde artan gaz fiyatları kömüre dönüşe neden olmuştur. [24].

Ülkemizde de kömür, yerli bir enerji kaynağı olarak yıllardır önemini yitirmemiştir. Mevcut durumdaki kömürlerin düşük ısı



Kömür madenciliği işlemlerinin yol, su, elektrik, haberleşme gibi alt yapı gereksinimlerine ihtiyaç duyması; madencilik yapılan bölgenin bu çerçevede gelişmesine neden olmaktadır.



değere sahip linyit özellikli kömürler olduğu göz önüne alındığında özellikle elektrik üretiminde kullanılmaları uygun görülmektedir. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 2023 ve sonraki yıllar için uzun vadeli plan ve politikaları içerisinde dış bağımlılığı azaltmak amacıyla yerli ve milli enerji konulu çalışmalar yapılmaktadır. Yerli kömürden verimli bir şekilde yeni teknolojilerle yararlanma konusunda burada öne çıkan çalışmalardan olmaktadır [23].

Yakın gelecekte mevcut kömür rezervlerini kullanabilmek adına güncel iklim değişikliği mevzuatlarını da göz önünde bulundurarak temiz kömür enerjisi teknolojilerini kullanmak gerekecektir. Kömürün gelecek yıllarda oluşacak enerji ihtiyacını karşılamak içinde önemli bir faktör olduğu göz önünde bulundurulduğunda politika ve stratejilerinde bu bağlamda geliştirilmesi gerekmektedir. Artan enerji ihtiyacının karşılanmasında, yerli linyitlerimizin, gerek elektrik üretimi amaçlı gerekse ısınma ve sanayide kullanımının artırılması, enerji güvenliğinin yanında ekonomiye katkı sağlaması bakımından da büyük önem taşımaktadır [23].

Temiz kömür teknolojileri; kömürün hazırlanması ve kullanımında çevresel etkileri en aza indiren, verimliliği ve katma değerini artıran teknolojiler olarak tanımlanmaktadır. Bu teknolojiler kullanılarak kömür kullanımından kaynaklanan emisyon ve atıklar azaltılarak ton başına elde edilecek enerji ve ürün miktarı artırılmaktadır.

Temiz kömür teknolojileri aşağıda ana başlık olarak verilmiştir; (www.tki.gov.tr)

- » Kömür hazırlama, iyileştirme, zenginleştirme ve sıvılaştırma teknolojileri;
- » Kömürün gazlaştırılması, entegre gazlaştırma kombine çevrim teknolojileri, (IGCC), yeraltı gazlaştırma vb ileri teknolojiler;
- » Santrallarda verimlilik iyileştirilmesi ve emisyon kontrol teknolojileri;
- » Karbondioksit tutma, kullanma ve depolama teknolojileri (CCS/CCUS);
- » Süper kritik kazan teknolojisi ve akışkan yataklı yakma teknolojisi;

Bu yayında sadece “Gazlaştırma” ile ilgili kapsamlı bilgi yer almaktadır.

4.1. GAZLAŞTIRMA GENEL BİLGİ

Gazlaştırma karbon içeren katıların yüksek sıcaklıkta bozunması ile yanabilir gaz elde etme, yani bir çeşit katı-gaz reaksiyonudur. Bu reaksiyon katının yüzeyinde gerçekleşen bir kimyasal işlemidir. Gazlaştırma prosesinde, atık maddeler (tarımsal atıklar, orman atıkları, arıtma çamurları vb.), kömür, bitümlü şist gibi maddeler hammadde olarak kullanılarak, reaktöre verilen hava, su buharı, oksijen ile gazlaştırma işlemide tabi tutulur. Gazlaştırma ürünleri olarak az miktarda sıvı ve katı

ürünün yanında, asıl amaç olan gaz ürün elde edilir. Gazlaştırma prosesinden çıkan gaz ürün hidrojen, metan gibi yanabilir gazların yanı sıra karbonmonoksit, karbon-dioksit ve azot gibi gazlardan oluşur.

Gazlaştırma işlemi 400-500°C sıcaklıkta başlar ve yaklaşık 900-1000°C 'ye ulaşıldığında da tamamlanmış olur. Yaklaşık 500°C sıcaklığına kadar olan süreç piroliz safhasıdır ve bu aşamada; karbon, gazlar ve katran elde edilir. Isıtma 900-1000°C sıcaklığa ulaştığında karbonda su buharıyla tepkimeye girerek CO ve H₂ gazları üretilir. Gazlaştırma sonucu elde edilen gaz ürün, sentez gaz veya yapay gaz olarak adlandırılır ve enerji kaynağı olarak kullanılabilir.

Gazlaştırma 1800'lü yıllardan beri endüstriyel alanda rafinerilerde ve kimya-gübre sanayiinde kullanılmaktadır. Gazlaştırma öncelikle kömürün gazlaştırılması ve hava gazı elde edilmesi için 19.yy'da İngiltere'de ortaya çıkmıştır [1,5].

İlk olarak 1860 yılında K.W. Siemens tarafından kömürün gazlaştırılması çalışılmıştır. 1920-1950 yılları arasındaki dönemde çağdaş gazlaştırma teknikleri önemli gelişmeler göstermiştir [28]. Endüstriyel ölçekte yaygın olarak kullanılan bu teknikler; Wellman ve Lurgi sabit yatak, Koppers-Totzek sürüklemeli yatak ve Winkler akışkan yatak gazlaştırıcılarıdır. Teknolojiye sahip bir çok önemli firma vardır; Lurgi, Uhde (Krupp), Shell, Siemens, GE, Texaco, KBR, BGL, Chevron, Eastman ve Ugas bunlardan bazılarıdır [7, 21].

Gazlaştırma yöntemi zamanla doğalgazın daha ucuz ve işletilmesinin kolay olması nedeniyle önemini giderek kaybetmiştir. Türkiye'de 1887'de Yedikule Hava Gazı Fabrikası ile başlayan hava gazı üretimi 1993 yılında İstanbul Belediyesi'nce alınan kararla durdurulmuştur. Ülkemizde hava gazı üretimi tamamen durdurulmuş olmasına rağmen İsveç gibi bazı ülkelerde halen uygulamaya devam edilmektedir. Fakat fosil yakıt kaynaklarının giderek azalması ve petrol-doğal gazın pahalılaşması, ayrıca gazlaştırma yönteminde geliştirilen yeni teknolojilerle birlikte özellikle gelişmiş ülkelerde son 30 yılda gazlaştırmanın önemi tekrardan anlaşılmıştır.

Dünya üzerinde özellikle ABD, İsviçre, özellikle çevre sorunu yaratan rafineri atıklarının, ağır petrolün, yüksek kükürtlü fuel-oil ve arıtma çamurları ile belediye çöplerinin çevreye zarar vermeden enerjiye dönüşebilen sentez gaz üretiminde ve bazı kimya-

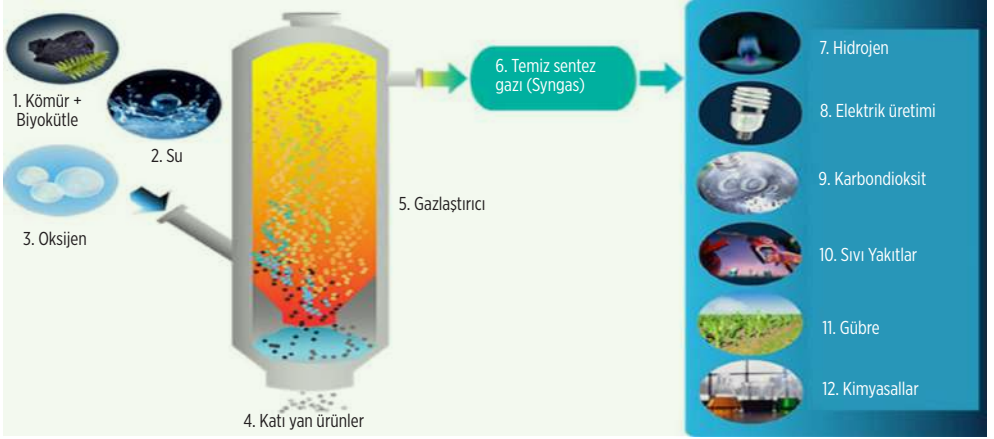


Gazlaştırma 1800'lü yıllardan beri endüstriyel alanda rafinerilerde ve kimya-gübre sanayiinde kullanılmaktadır.



sal malzemelerin elde edilmesinde gazlaştırma prosesi kullanılmaya başlanmıştır.

Gazlaştırma sonucu elde edilen yanabilir gazların yanında, kirletici ve zehirli gazlar (SO_x , NO_x , CO_2 , CO) da ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu zehirli gazları arıtma yöntemleri kullanarak yok etmek gerekmektedir.



Şekil 63: Gazlaştırma İşlemine Ait Şema [7]

Gazlaştırma işleminin avantajları:

- » Gazlaştırma temiz enerji üretimi sağlayan bir teknolojidir.
- » Farklı hammaddelerin bir arada kullanılabilirdiği bir yenilenebilir teknolojidir.
- » Yakma işlemine göre emisyonlar büyük bir şekilde azaltılabilir ve dioksinler oluşmaz.
- » Ürün kalitelidir ve sistemin kontrol edilmesi kolay ve nispeten kuruluş maliyeti düşüktür.
- » Gazlaştırma sonucu elde edilen ürünlerin iyileştirilmesine fazla ihtiyaç olmaz. Fakat gazın kalitesi iyileştirildiğinde, makinalarda kullanımında daha verimli ısı ve elektrik enerjisi elde edilebilmektedir.

Gazlaştırma işleminin dezavantajları:

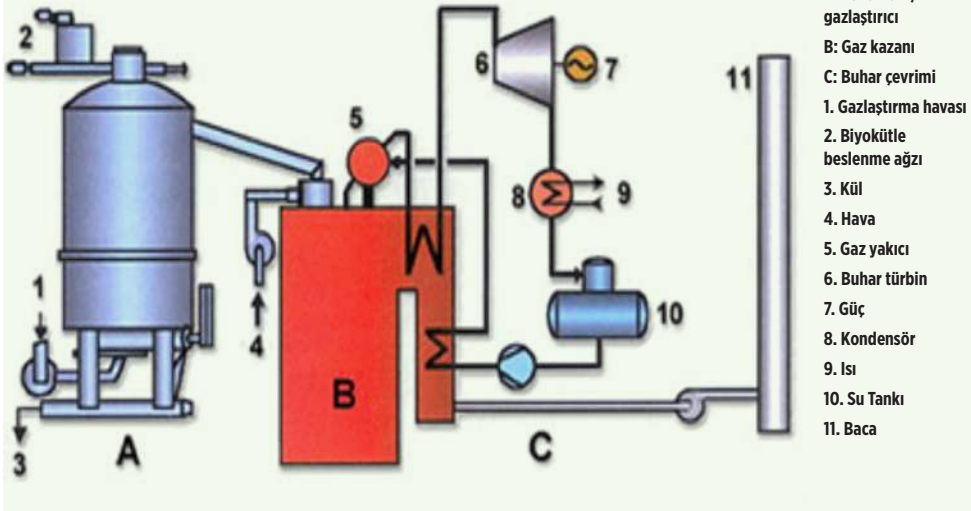
- » Üretilen yanabilir gazın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişebilme özelliği vardır.
- » Gazlaştırıcının çalışabilmesi için farklı üniteler gerekmektedir.
- » Üretilen gazın depolanması sıkıntı yaratabilir.
- » Gazın temizlenmesi işlemi sırasında pis su oluşmaktadır. Ayrıca koku, gürültü ve CO zehirlenmesine neden olabilir [1,5].

4.2. GAZLAŞTIRMA PROSESLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Gazlaştırma prosesleri çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır:

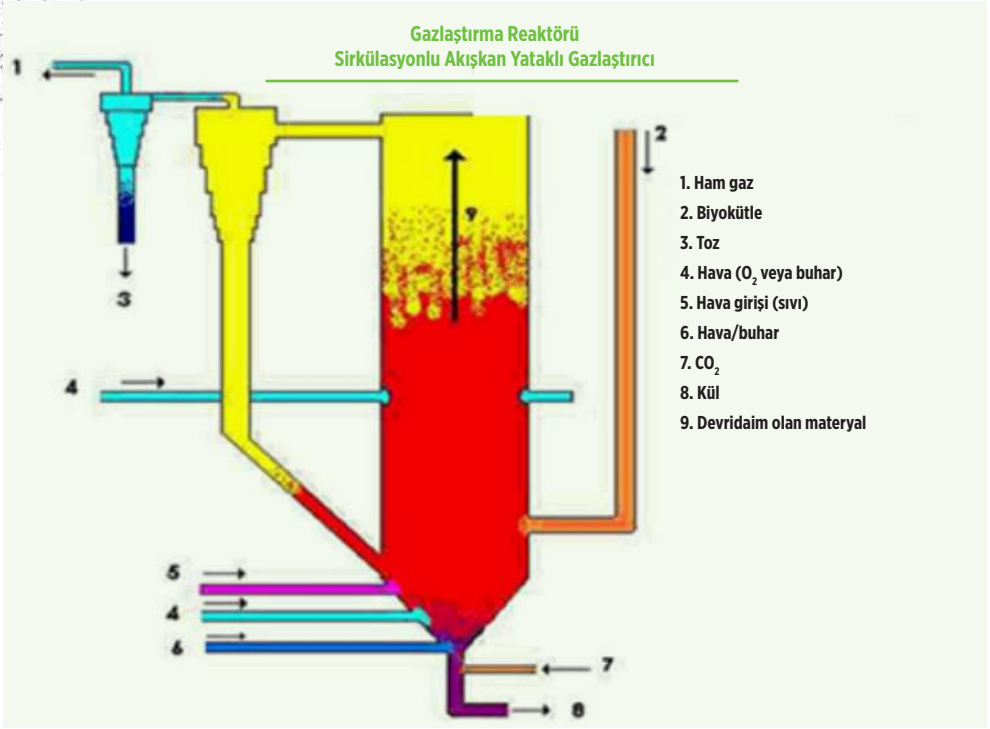
- » Gazlaştırma sistemi ve yatak tipine göre: sabit yatak, akışkan yatak, sürüklemeli yatak ve eriyik yatak
- » Tane büyüklüğüne göre: çok ince, orta ve iri tane boyutu
- » Gazlaştırmadaki reaktan gaza göre: hava, oksijen, su buharı-hava ve hidrojen gazı
- » Gaz ürün kullanım alanına göre: sentez gaz, sentetik doğal gaz, hidrojen kaynağı ve gaz yakıt (düşük ve orta ısıl değerli ve güç santrali için)
- » Gelişmişlik düzeyine göre: araştırma aşamasındaki proses, pilot ölçekteki proses, küçük ölçekteki proses, ticari ölçekteki proses ve gelişmiş aşamasındaki proses [13].

Gazlaştırma Reaktör Tipleri - Sabit Yatak
Güç Üretiminde Kullanılan Yukarı Akışlı Gazlaştırıcı



Şekil 64: Sabit Yataklı Gazlaştırıcı [1,5]

Gazlaştırma işleminde sabit veya oynar yatak yöntemleri ile son yıllarda daha çok kullanılan akışkan yataklı sistemler kullanılmaktadır. Akışkan yataklı sistemlerin sürrekli besleme olanağı diğerlerine göre büyük üstünlük taşımaktadır. Oldukça basit sistemlerde bile çevrim verimi %85-90 civarındadır.



Şekil 65: Akışkan Yataklı Gazlaştırıcı [1,5]

Tablo 21: Çeşitli Gazlaştırma Proseslerinin Karşılaştırılması

Özellikler	Sabit yataklı gazlaştırıcı	Akışkan yataklı gazlaştırıcı	Sürüklemeli yataklı gazlaştırıcı	Eriyik yataklı gazlaştırıcı
Kapasite	Gaz çıkış hızının sınırlı olması nedeniyle en düşüğü	Düşük kalma süreleri nedeniyle yüksek ancak, yüksek gaz hızlarında taneciklerin sürüklenmesi nedeniyle sınırlanmıştır.	Birim hakim başın en yüksek kapasite	Eriyiğin kimyasal yapısı yüksek akım hızlarında önemlidir.
Gazlaştırıcı yapısı	Hareketli iç parçaların tasarımı ve üretiminde yüksek hassasiyet gerekli	Hareketli iç parça bulunmamaktadır, ancak dağıtıcı eleğin tasarımı önemlidir.	Yakıcı nozulların tasarımı ve ısı geri kazanımı önemlidir.	Gaz ürünün ve eriyeğin temizlenmesi karmaşıktır.

Özellikler	Sabit yataklı gazlaştırıcı	Akışkan yataklı gazlaştırıcı	Sürüklemeli yataklı gazlaştırıcı	Eriyik yataklı gazlaştırıcı
Kömür ile ilgili işlemler	Belli tane boyutundaki kömür gereklidir, ufak parçalar ayrı olarak işlem görmelidir.	Belli tane boyutundaki kömüre gerek yoktur ancak ufak parçalar akımda dengesizlikleri önlemek için giderilmelidir.	Öğütme ve yüzey neminin kurutulması gerekmektedir, ufak parçalar sisteme geri beslenmektedir.	Herhangi bir sınırlama yoktur.
Gaz ürünün özellikleri	Katran, yağ, fenoller, amonyak ve az bir miktarda toz içermektedir.	Az miktarda katran ve fenoller, yüksek miktarda kül ve char taşımaktadır.	Katran ve fenoller yoktur, ancak kül ve char vardır, ayrıca, verimin artırabilmesi için ısı geri kazanılmalıdır.	Hem kül hem kükürt içermekte, yüksek sıcaklıklarda katran ve fenoller bulunmakta ve soğutma gerekmektedir.
Kül giderilmesi	Yüksek verim nedeni ile kül karbon içeriği çok düşüktür.	Kül yerçekimi etkisi ile ayrılmaktadır, külden yüksek miktarda karbon bulunmaktadır.	Düşük karbon içerikli inert kül çürfü oluşturulmalıdır, yüksek sıcaklık mevcuttur.	Erimiş kısımdan ayrılmalıdır, oldukça yüksek bir karbon içeriği ve sıcaklık vardır.
Sıcaklık	Külün erime sıcaklığının altında tutulmalıdır, yataktaki sıcaklık dağılımı, yüksek ısı verim sağlanmaktadır.	Düşük sıcaklıklarda çalışmak mümkündür.	Dört çeşit yatak sınıflandırılması içindeki en yüksek sıcaklık mevcuttur.	Çalıştırma sıcaklığındaki erimiş madde refrakter malzeme için çok korozif olabilmektedir.
Beslenen kömürün tipi	Genelde, kekleşebilen kömürler sorun yaratmaktadır, yatağın sallanması gerekebilir.	Kekleşebilen kömürlere ön işlem uygulaması gerekebilir.	Bütün kömür çeşitleri kullanılabilir.	Bütün kömür çeşitleri kullanılabilir.

[17]

4.3. GAZLAŖTIRMAYI ETKİLEYEN KATI MADDENİN ÖZELLİKLERİ

GazlaŖtırma verimini etkilediği için; katının nem içeriği, kül içeriği ve kül erime sıcaklığı, sabit karbon içeriği, uçucu madde içeriği, tane boyutu dağılımı, ve kekleŖme özellikleri gazlaŖtırma prosesi seçiminde bilinmelidir:

4.3.1. NEM İÇERİĞİ

Nem içeriğinin %35'ten fazla olduğu katılarda sabit yataklı gazlaŖtırıcının kullanılması tavsiye edilmemektedir veya nem oranını düşürmek için ön kurutma işlemi uygulanmalıdır. Sürüklemeli yatak sistemi kullanılıyor ise yüksek nem oranı sisteme beslenen su buharına takviye yapar, ancak bu nem oranını buhara dönüŖtürmek için sisteme fazla ısı verilmelidir.

4.3.2. KÜL İÇERİĞİ

Kimyasal etkisi olmamasına rağmen; kül içeriği arttıkça gazlaŖtırma verimi ve reaktörlerin kapasitesinin düŖtüđü gözlenmiŖtir.

4.3.3. KÜL ERİME SICAKLIĞI

Külün erime sıcaklığı düŖtükçe kullanılması gereken buhar, oksijen ve hava miktarları da düŖtüđü için; külün erime sıcaklığına ulaşmaması için ortama daha az buhar vermek gerekmektedir.

4.3.4. SABİT KARBON İÇERİĞİ

Sabit karbon içeriği fiziksel ve kimyasal olarak gazlaŖtırıcının verimini etkiler. Sabit karbon yapısının katı-gaz reaksiyonuna elverişliliği veya kimyasal reaktifliği gazlaŖtırma sisteminin basıncı, beslenen gazın cinsi ve çalışılan sıcaklıkla ilgilidir.

4.3.5. UÇUCU MADDE İÇERİĞİ

Gaz ürünlerle karışarak, toplam gaz ürün miktarını artırır. Yüksek basınç uygulanarak uçucu maddenin içerdiği hidrojen, katıdaki karbon ile birleŖip metan veya etan oluşturabilir.

4.3.6. TANE BOYUTU DAĞILIMI

Gazlaştırıcı tasarımına uygun tane boyutlu katı kullanılır. 5-50 mm çapında tane boyutu sabit yatakta kullanılabilir. 0-6 mm çapında tane boyutu akışkan yatakta, çok ince 200 mesh tane boyutu sürüklemeli yatakla ve 0-6 mm çapında tane boyutu eriyik yatakta kullanılabilir.

4.3.7. KEKLEŞME

Kekleşme özelliği gösteren katı maddenin gazlaştırılması, sabit ve akışkan yataklı gazlaştırıcılarda mümkün değildir. Bu tip katı maddeler sürüklemeli yatak sistemlerinde gazlaştırılabilir [13, 15].

4.4. KÖMÜRÜN GAZLAŞTIRILMASI

Kömür, termik santrallarda elektrik enerjisi üretiminde, konut, sanayide ısınma, endüstriyel proseslerde, demir-çelik ve çimento üretim tesislerinde enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu alanların yanı sıra, gazlaştırma, piroliz gibi alternatif üretim süreçleri ile kimyasal hammadde, yakıt ve enerji endüstrilerinde de hammadde olarak kullanılmaktadır.

Enerji kaynakları açısından incelendiğinde, birincil enerji arzında, petrol, doğal gaz ve kömürden oluşan fosil kaynaklı yakıtların ağırlıklı konumunun önümüzdeki yıllarda da devam etmesi beklenmekte ve enerji talebindeki artışın (2019-2040 dönemi) yüzde 31'lik bölümünün bu kaynaklardan karşılanması öngörülmektedir. Biyoenerji için bu oran %17,2, hidrolik için %5,2, diğer yenilenebilir kaynaklar için %40,4, nükleer için %6,3'tür. Bu rakamlar biyoenerji, nükleer, hidrolik ve hidrolik dışındaki diğer yenilenebilir kaynaklardaki artışların önceki yıl (2018-2040 dönemi) öngörüsüne göre daha yüksek olacağını göstermektedir. 2018-2040 döneminde enerji talep artışındaki diğer yenilenebilir kaynakların payının %15,4 olacağı öngörülmüştür. Nükleer enerjide ise 2013-2040 için öngörülen pay %6,4 iken, altı yıl içinde tahminler 2019-2040 dönemi için de %6,3 ile neredeyse aynı seviyede kalmıştır. 2019 yılında olduğu gibi 2025 yılında da birincil enerji arzındaki en büyük paya (%30,8) sahip olacağı hesaplanan petrolün, 2030-2040 yıllarında da ilk sıradaki yerini koruyacağı düşünülmektedir [12, 24].

Kömür yakıtlı elektrik üretiminin 2040 yılına kadar ortalama yılda %0,4 düşmesi beklenmektedir [24]. Tarihte ilk kez 2020 yılında kömürden elektrik üretimi % 8 oranında düşmüştür. Ancak uzun dönem için kömürden elektrik üretimi ile ilgili projeksiyonlar; CO₂ emisyonlarını kabul edilebilir sınırlara çekebilecek karbon tutma,

kullanma ve depolama yöntemlerinde (CCUS) sağlanabilecek önemli ilerlemelere, devreden çıkarılacak verimsiz kömür santrallerine, kömür ve doğal gaz fiyatlarının değişimine, hava kalitesini artırmaya dolayısıyla sera gazı emisyonlarını azaltmaya veya sınırlamaya yönelik yeni ulusal politikaların veya uluslararası anlaşmaların yürürlüğe girmesine, kömür dışı kaynak kullanan diğer santrallerle yaşayacağı zorlu rekabet ve finansman koşullarına ve sabit karbon vergisi gibi doğrudan maliyet arttırıcı uygulamalara, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelen ulusal politikalara göre önemli ölçüde değişebilecektir [24]. Bugün itibarıyla kömürün elektrik üretimindeki payının önümüzdeki yıllarda düşmesi kaçınılmaz görünmektedir.

Türkiye'nin enerji politikası temaları göz önüne alındığında oluşturulan hedeflerin içerisinde;

- » 2035 yılına kadar yerli kömür kullanarak ilave 1.7 GW kurulu gücün sağlanması,
- » Eskişehir, Afyonkarahisar, Konya ve Trakya kömür sahalarında bulunan yaklaşık 3,5 milyar ton kömür rezervinin ekonomiye kazandırılması bulunmaktadır [12].

Bu nedenle mevcut kömür rezervlerinin kullanılabilmesi için farklı yeni teknolojilerin kullanılması gelecek yıllarda daha da önem kazanacaktır.

Tablo 22: Türkiye Birincil Enerji Arzı [12]

	2017 (bin tep)	2017 (%)	2018 (bin tep)	2018 (%)	2019 (bin tep)	2019 (%)
Kömür*	39.459	27,2	40.862	28,4	41.920	29,2
Petrol ve Petrol Ürünleri	44.278	30,5	41.913	29,2	41.269	28,7
Doğalgaz	44.319	30,5	41.171	28,7	37.128	25,8
Jeotermal-Diğer Isı	7.128	4,9	8.343	5,8	9.651	6,7
Hidrolik	5.007	3,5	5.155	3,6	7.639	5,3
Biyoenjerji ve Atıklar(**)	2.531	1,7	3.014	2,1	3.157	2,2
Rüzgar	1.540	1,1	1.716	1,2	1.869	1,3
Güneş	1.091	0,8	1.547	1,1	1.622	1,1
Elektrik	-49	-	-55	-	-50	-
Toplam	145.305		143.666		144.205	

* taşkömürü, linyit, asfaltit, kömür katranı, kok ve üretilmiş gazlar toplamını ifade etmektedir.

** yakacak odun, hayvansal ve bitkisel atıklar, biyoyakıtların toplamını ifade etmektedir.

Tabloya ek olarak; 2020 yılında toplam birincil enerji arzı 147,2 milyon tep (ton eş-değer petrol) olarak gerçekleşmiş olup 2019 yılındaki 144,2 milyon tep'lik değere göre %2,05 oranında artmıştır.

Tablo 23: Türkiye'nin Yerli Kaynak Potansiyeli [12]

Kaynak	Potansiyel
Linyit	19,3 Milyar ton
Taşkömürü	1,52 Milyar ton
Asfaltit	82,0 Milyar ton
Ham petrol	339,8 Milyon varil
Bitümler	1,64 Milyar ton
Hidrolik	160,0 Milyar kWh/yıl (ekonomik potansiyel)
Doğal Gaz	3,0 Milyar m ³
Rüzgar	48.000 MW
Jeotermal	4,99 Btep (2000 MWe elektrik üretimi)
Biyokütle ve Biyogaz	10,6 Mtep
Güneş Enerjisi	1.527 kWh/m ² – yıl
Doğal Uranyum	9.129 ton

* 2019 yılına ait değerdir.

**Üretilebilir (2020)

Kömür gazlaştırmada amaç; kömürü su buharı, hava, oksijen ve hidrojenle tepkimeye sokarak gaz ürünler elde etmektir. Kömür gazlaştırılmasıyla elde edilen gazların bileşimi ve miktarı; kömürün aktivitesine ve cinsine, kullanılan gazların türüne ve uygulanan gazlaştırma işlemine göre değişiklik göstermektedir.

Kullanılan gazların bileşimi aşağıdaki gibidir ve gerektiğinde karbondioksit de eklenir:

Hava; hava + su buharı; su buharı; oksijen + su buharı; oksijenle zenginleştirilmiş hava; oksijenle zenginleştirilmiş hava + su buharı.

Sisteme verilen gazın bileşimine göre sistemden jeneratör gazı, su gazı, şehir gazı, sentez gazı veya kuvvet gazı elde edilebilir. Jeneratör Gazı (Havagazı): Kızgın kömür üzerine hava+su buharı üflenmesiyle elde edilen gaz karışımıdır.

Su Gazı: Kızgın kömür içinden su buharı geçirilmesiyle elde edilir. Su gazı, yüksek alev sıcaklığını gerektiren durumlarda amonyak, metanol ve sentetik benzin üretiminde sentez gazı olarak kullanılmaktadır.

Şehir Gazı: Kömürün yüksek sıcaklık koklaştırılmasında bileşimi yaklaşık %55 H₂, %27 CH₄, %6 CO, %10 N₂ ve %2 CO₂ olan kok fırın gazı elde edilir. Isıl değeri yüksektir.

Kuvvet Gazı: Su gazı ile jeneratör gazının karışımıdır. Bu gaz karışımını elde etmek için jeneratöre su buharı ile hava aynı zamanda gönderilmektedir.

Isıl değerine göre kömür gazı üç grupta toplanabilir:

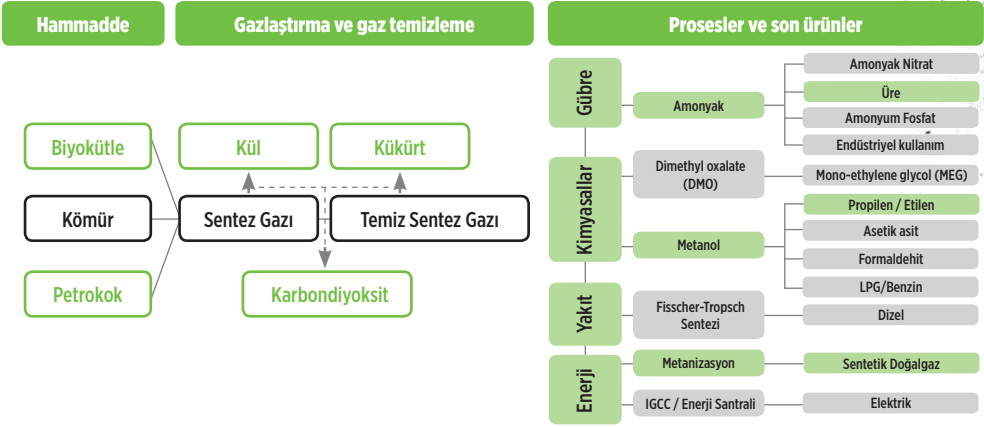
1. Düşük ısı değerli (3,35-7,53 MJ/m³)

2. Orta ısı değerli (7,53-15,07 MJ/m³)

3. Yüksek ısı değerli (35,6 MJ/m³)

Düşük ve orta ısı derecedeki değerli gazların üretimi daha ekonomiktir. Ancak, ısı değerlerinin düşük olması sebebiyle aynı miktar enerji üretimi için gerekli dağıtım gideri, yüksek ısı değerli gaza oranla daha fazladır. Bu durum, düşük ve orta ısı değerli gazın üretildiği yerin hemen yakınında kullanılmasını zorunlu kılar. Gazlaştırma ile üretilen en düşük ısı değerli gaz, hava ve su buharı karışımıyla üretilen jeneratör gazıdır. Jeneratör gazından daha yüksek ısı değere sahip gaz ise su gazıdır. Su gazı eldesi için, su içeriği düşük ve katransız yakıtlar kullanılır. Bunun nedeni katranlı yakıtlar için, su gazı verimi %67-72, katransızlar için ise %85-90 civarında olmasıdır [18]. Oksijen veya oksijenle zenginleştirilmiş hava ile yürütülen gazlaştırma, sürekli çalışmayı gerektirir. Sonuçta yüksek ısı değerli bir gaz elde edilir. Bu sistemin diğer üstünlüğü de, gazlaştırma bölgesindeki yüksek sıcaklık sayesinde cürufun sıvı halde çekilmesidir. Bazı yakıtların gazlaştırılmasından elde edilen katran, kısmen gaz ürünle sürüklenerek boruların kirlenmesine neden olabilmektedir. Bu tür gazlar bazı brülör tiplerinde kullanılamaz. Katran aslında çok değerli organik bileşikler içeren bir üründür. Katrandan, Organik Kimya Sanayi'nde büyük öneme sahip naftalin, antrasen, fenol ve türevleri gibi önemli hammaddeler elde edilir [14].

Gazlaştırmanın kinetiği henüz termodinamik kadar gelişmemiştir. Homojen reaksiyonlar, örneğin gaz fazında basit bir eşitlikle kolayca tanımlanabilmektedir, ancak heterojen durumda reaksiyonlar çok daha karmaşıktır. Bu durum kömür, petrokok ya da biyokütle gibi katı partiküllerin gözenekli yapısından kaynaklanmaktadır. Bir diğer karmaşa yaratan unsur da gazlaştırmada kütle transfer olaylarının önemli bir rol oynamasından kaynaklanmaktadır. Kömür gazlaştırmanın kinetiği, üzerinde yoğun incelemelerin hala devam ettiği bir konudur.



Şekil 66: Kömür Gazlaştırma İşlemi ve Ürünleri [21]

Gazlaştırma/sıvılaştırma teknolojileri kömürün daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Örneğin kömürün gazlaştırılarak SNG'ye dönüştürülmesi sonrasında elektrik üretimi amaçlı yakılması, termik verimliliğinin %35-40'lardan %50-60'lara kadar yükselmesine neden olmakta ve kömür içeriğindeki karbonun hemen hemen tamamının kullanılmasını sağlamaktadır [7].

4.4.1. UÇUCULARIN UZAKLAŞMASI

Kömür gazlaştırmasındaki ilk ve en basit adım, kömür partiküllerinin ısıtılmasıdır. Isıtmanın hızı diğer aşamaları etkilediği için önem taşımaktadır. Uçucuların uzaklaşması, düşük sıcaklıklarda (350-800°C) ve kömür partiküllerinin ısınmasıyla paralel bir şekilde gerçekleşir. Kömür partiküllerinin ısınma hızı bu adımın gerçekleşme şeklini etkiler. Bu hız sadece ısınma hızına değil, aynı zamanda partikül boyutuna ve su gazı reaksiyonu ile gazlaşma hızına da bağlıdır. Eğer ısınma yavaş ise, piroliz reaksiyonları yaklaşık 350°C'de başlar. Partikül dışındaki uçucu madde yoğunluğu hızlıca artar ve gazlaştırma uçucular tamamen uzaklaştıktan sonra başlar. Ancak ısınma hızlı ise, piroliz ile gazlaştırma aynı anda gerçekleşir ve yüksek uçucu madde yoğunluğu oluşmamış olur.

4.4.2. HOMOJEN REAKSİYONLAR (UÇUCULARIN YANMASI)

Kömür uçucularının uzaklaşması süreci sonunda hidrokarbon sıvılar ve CH_4 , CO , CO_2 , H_2 , H_2O , HCN gibi bileşenler içeren gazlar, katran gibi çeşitli türler oluşur. Bu farklı türlerden oluşan ürün, kömür partikülünü çevreleyen oksidant ile reaksiyona girer. Oksidantın ne kadarlık kısmının tüketileceği, oluşan uçucuların miktarına bağ-

lıdır. Uçucuların yanması üzerine pek fazla kinetik data bulunmamaktadır. Ancak şu açıktır ki, homojen gaz faz reaksiyonlar içeren bu aşama, kütle transfer sınırlamalarının önemli rol oynadığı heterojen çar gazlaştırma aşamasından çok daha hızlıdır.

4.4.3. HETEROJEN REAKSİYONLAR (ÇAR GAZLAŞTIRMASI)

Gazlaştırmadaki en yavaş reaksiyonların yer aldığı, dolayısıyla net dönüşüm hızını belirleyen aşamadır. Karbon içeren heterojen reaksiyonlar su gazı, Boudouard ve hidrojenasyon reaksiyonlarıdır.

4.4.4. SU BUHARLI GAZLAŞTIRMA

Geleneksel gazlaştırma süreçlerinde, endotermik gazlaştırma reaksiyonlarının gerektirdiği enerji ihtiyacı yakıtın oksijenle verdiği egzotermik reaksiyonlardan sağlanırken; su buharı ile gazlaştırma reaksiyonların gerektirdiği enerji, kömürün oksijen ile olan reaksiyonları tarafından karşılanır. Sisteme beslenen kömürün bir kısmı su buharlı gazlaştırma reaksiyonlarına dahil olmadan bu şekilde harcanır. Ancak gereken oksijenin havadan sağlandığı sistemlerde, havadaki N_2 'nin reaksiyon ortamına dahil olması, ürün sentez gazında, NH_3 ve HCN gibi kayda değer miktarda (sırasıyla; %10-15 ve % 0,6-5,7) istenmeyen bileşenlerin oluşumuna sebep olmaktadır. Proseste faydalı bir rolü olmadan, moleküler formda ürün akımında yer alan N_2 gazı, proses sonunda elde edilmek istenilen gazların konsantrasyonlarını düşüreceği gibi sentez gazının ısı değerinin de düşmesine sebep olmaktadır [27].

Su buharlı gazlaştırma yöntemiyle, kömürden üretilen sentez gazındaki H_2 konsantrasyonu artırılır. Gazlaştırma reaksiyonlarının gerçekleşmesi için gereken enerji, harici ısıtma ile sağlanarak sistemdeki tek gazlaştırma ajanı olarak su buharı kullanılabilir. Bu oksijensiz/havasız gazlaştırma ortamında, tam yanma ve kısmi yanma reaksiyonları gerçekleşmez. Ağırlıklı olarak su gazı ve su gazı yönlendirme reaksiyonlarının ve ortam sıcaklığına bağlı olarak da Boudouard ve metan oluşum reaksiyonlarının gerçekleşmesi beklenir. Ortam sıcaklığı metan oluşumu için uygun olan düşük sıcaklıklarda seyrederse, aynı ortamda yeterli su buharı varlığında buhar-metan yeni-yapılandırma reaksiyonunun da gerçekleşmesi beklenir. Eğer, su buharlı gazlaştırma sürecindeki endotermik reaksiyonlar için gereken enerjiyi harici bir kaynak sağlayabilirse, su buharı tek gazlaştırma ajanı olarak kullanılabilir. Bu durumda, su buharı ile gazlaştırma işlemi, hava ve oksijen ile yapılan gazlaştırma işlemleri ile karşılaştırılırsa;

Su buharlı gazlaştırma işleminde, kimya, petrokimya ve enerji endüstrileri başta olmak üzere birçok endüstride kullanılmakta olan, geleceğin enerji taşıyıcısı olarak

önem taşıyan hidrojen üretimi için büyük önem taşıyan “Su gazı yönlendirme reaksiyonu” baskındır ve ürün sentez gazdaki H₂ konsantrasyonu diğer yöntemlerle üretilen konsantrasyon değerlerinden yüksektir. Temel gazlaştırma reaksiyonları göz önüne alındığında, gazlaştırma sürecinde gazlaştırıcı ajan/ oksitleyici olarak yalnızca su buharının kullanılması, sentez gazındaki H₂ oranını arttırıcı yönde etki göstermektedir ve bu artış yalnızca havadan gelen N₂'nin eliminasyonundan kaynaklanmamaktadır. Düşük sıcaklıkta (600-650°C) H₂ ve CH₄ oranlarının artışı gözlenirken, CO ve CO₂ oranlarının düşüşünün gözlenmesi, bu durumun süreçte gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar sebebiyle oluştuğunu gösterir.

- » Havadan gelmesi beklenen azot ve hava/oksijen ile tam yanma reaksiyonu sonucu oluşan su tamamen süreçten elimine edilmiş olur. Sentez gazında istenilen ürünlerin konsantrasyonu ve dolayısıyla ısı değeri artar.
- » Ortamda serbest oksijen bulunmayacağından dolayı yanma reaksiyonu ürünleri olan SO_x ve NO_x kirleticileri oluşmayacaktır [27].

4.5. YERLİ KÖMÜRLERİN GAZLAŞTIRILMASI HAKKINDAKİ ÇALIŞMALAR

Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim (IGCC) ve Enerji Üretimi Uygulamaları

Kömüre dayalı enerji santrallerinde, gazlaştırmanın iki yararı vardır; prosesin sunduğu verimlilik ve çevresel uygunluk kriterleri. Buradaki verimliliğin sebebi; gaz türbinleriyle ateşlemenin yapıldığı üst düzey kombine çevrimlerde (Brayton ya da Joule çevrimi) kullanılabilmesidir. Türbinden ayrılan sıcak gaz konvansiyonel su buharı (Rankine) çevriminde buhar üretmek için kullanılır. Alternatifi ise kömürü konvansiyonel buhar tesisine, sadece Rankine çevrimi için yakarak kullanmaktır. Gaz ateşlemenin son model kombine çevrimdeki verimliliği %59 civarındadır, gazlaştırma verimi ise %81,4'tür; bu iki durumun sonucu olarak toplam verimlilik %48'dir. Aynı şekilde kömürün doğrudan yakılarak kullanılmasının verimi ise %45'tir. Toplam proses verimliliği bakımından gazlaştırmanın uygunluğu için basit bir hesaplamayla, kömür gazlaştırma veriminin (CGE) %76,3'ten büyük olması gerektiği görülür.

Gazlaştırmaya dayalı enerji santrallerinin, kükürlü bileşikler içeren zararlı gaz emisyonları açısından karşılaştırıldığında konvansiyonel kömür yakmaya dayalı enerji santrallerine göre çevresel ve ekonomik açıdan daha uygun olduğu görülmüştür [27].

Gaz yakıt uygulamalarında, gazlaştırma sıcaklığı olabildiğince düşük seçildiğinde; en yüksek verime ve en düşük oksijen tüketimine ulaşıldığı gözlenmiştir. Ergime

noktaları belirli kömürler için çalışma sınırları genişletebilir olsa da gazlaştırıcılarda sıcaklık her zaman için kömürün kül-ergitme karakteristiği tarafından belirlenir. Tüm gazlaştırıcılar için diğer bir dikkat edilmesi gereken nokta da kömürün reaktifliğidir. Bunun sebebi ise çalışma sıcaklığının, gazlaştırıcı hacmi ile üretilen iş arasındaki ilişkiyi yani alıkonma süresini belirlemesidir [27].

Genellikle, düşük kaliteli kömürler için 1400°C'nin, yüksek kaliteli kömürler için ise 1450°C nin altındaki sıcaklıklar pratikte uygun değildir. Çalışma koşullarının heterojen reaksiyonlar için termodinamik dengeye olabildiğinde yakın olması gerekir [27].

- » Süreçte yalnızca yakıttan gelebilecek azot bulunacaktır ve bu durumda oluşabilecek NH₃ gibi kirleticilerin konsantrasyonu azalacaktır (maksimum %1,5) [27].
- » Diğer gazlaştırma ajanlarının kullandığı geleneksel gazlaştırma yöntemlerinde dezavantaj olarak görünen hammaddenin nem içeriği gazlandırmada negatif etki sunmaz dolayısıyla su buharlı gazlandırmada hammaddenin içerdiği nemin uzaklaştırılması gerekmez [27].

Bu farklılıklar, yüksek nem içeren Türkiye linyitlerinden hidrojen zengin sentez gazı üretiminde "Su buharlı gazlandırma" yöntemini öne çıkarmaktadır.

Tablo 24 : Kömürün Farklı Gazlaştırıcı Ortamlardaki Gazlandırma Süreçlerinin Karşılaştırılması [27]

	Hava ile gazlandırma	Oksijen ile gazlandırma	Su buharı ile gazlandırma
Ürün ısı değeri, MJ/Nm³	Düşük (4-6)	Yüksek (10-15)	Yüksek (15-20)
Ürünler	CO H ₂ H ₂ O CO ₂ HC Katran N ₂	CO H ₂ HC CO ₂	H ₂ CO CO ₂ CH ₄ Hafif HC Katran
Ortalama ürün gaz bileşimi	%15 H ₂ %20 CO %2 CH ₄ %15 CO ₂ %48 N ₂ 0,75 = H ₂ /CO	%40 H ₂ %40 CO %20 CO ₂ 1 = H ₂ /CO	%40 H ₂ %25 CO %8 CH ₄ %25 CO ₂ %2 N ₂ 1 = H ₂ /CO
Reaktör sıcaklığı, °C	900-1000	1000-1400	700-1200
Maliyet	Ucuz	Pahalı	Orta

Hidrojen üretimine yönelik olarak ülkemiz linyitlerinin gazlaştırılabilceği fikri üzerine hazırlanan başka bir çalışmada, gazlaştırıcı sistemlerin stokiyometrik olmayan kimyasal denge modelleriyle benzeştirilebilmesi için gerekli temel bilgiler ortaya konmuştur. Ayrıca çeşitli kömür gazlaştırma sistemleri, geliştirilen tek fazlı kimyasal denge modeliyle incelenmiş ve modelin yeterliliği sorgulanmıştır. Hazırlanan model aracılığıyla tipik bir Türkiye linyitinin gazlaştırılması esnasında, hidrojen gazı derişiminin temel işletme değişkenleriyle olan ilişkisi de araştırılmıştır. Stokiyometrik olmayan tek fazlı kimyasal denge modelinin geliştirilmesi esnasında ortaya çıkan doğrusal olmayan denklem setinin çözümlenebilmesi için RAND algoritmasından faydalanılmış ve iteratif çözümlenmeyi gerçekleştirebilmek için bir MATLAB kodu yazılmıştır. Yazılan kod sadece sayısal çözümlenmeyi gerçekleştirecek şekilde değil aynı zamanda bir gazlaştırıcıdaki çeşitli çalışma koşullarının ve yakıt içeriğinin gazlaştırıcıdan çıkan gaz derişimine olan etkisini de ortaya koyabilecek şekilde genişletilmiştir. Geliştirilen modelle beraber çeşitli yataklarda yapılan incelemeler, kimyasal denge modellerinin gazlaştırıcıların gerçek çalışma durumlarını canlandırma becerisinin gazlaştırıcıların hidrodinamik yapılarına, çalışma şartlarına ve yakıt içeriğine önemli ölçüde bağlı olduğunu göstermiştir. Hazırlanan tek fazlı modelin bazı durumlarda kabul edilemeyecek şekilde tutarsız tahminler yaptığı gözlenmiştir. Bu nedenden ötürü kimyasal denge modeli üzerinde çeşitli uyumlama yöntemleri denenmiştir. Elde edilen sonuçlar, karbon dönüşüm oranı üzerinde yapılan uyumlamaların, incelenen tüm gazlaştırıcı türleri için kabul edilebilir düzeyde iyi tahminler yapılabilmesini sağladığını göstermiştir. Bu nedenle uyumlanmış bir tek fazlı stokiyometrik olmayan kimyasal denge modeli, tipik bir Türk linyitinin hidrojen üretimi amacıyla gazlaştırılmasının modellenmesi sürecinde kullanılmıştır.

Tunçbilek kömürünün atmosferik dolasımlı bir akışkan yatakta değişken sıcaklık, hava fazlalık katsayısı ve buhar miktarıyla gazlaştırılma işleminin canlandırıldığı son bölümde elde edilen sonuçlar, hidrojen derişiminin bu üç değişkenden önemli ölçüde etkilendiğini göstermiştir. Sıcaklık ve hava fazlalık katsayısı değerleri hidrojen derişimi üzerinde değişken etkiler göstermiştir. Buhar ise miktarında gerçekleşen belli bir düzeydeki artışla hidrojen derişimini önemli ölçüde artırmıştır fakat sonrasında devam ettirilecek artışın hidrojen derişiminde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür [15].

Bir diğer çalışmada, yerli linyit kömürlerinden gazlaştırma yoluyla daha temiz ve daha verimli gaz yakıt elde edilmeye çalışılmıştır. Laboratuvar ölçekli dolasımlı akışkan yataklı bir gazlaştırıcıda, beş çeşit linyit kömürü için yapılan gazlaştırmasından elde edilen gazlar verilmiş ve birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Seçilen kömür numuneleri termogravimetrik (TGA) analiz cihazında, azot atmosferi altında ve dört basamaklı bir sıcaklık programı uygulanarak gazlaştırılmıştır. Elde

edilen STA eğrilerinden azami ağırlık kaybının olduğu sıcaklıklar tespit edilmiş, kurulu bulunan akışkan yataklı bir gazlaştırma düzeneğinde ise sıcaklıklar azami deney sıcaklığı olarak kullanılmıştır. Deneyler yine azot atmosferinde gerçekleştirilmiştir.

DeneySEL çalışmalar öncesinde kullanılan kömürlerin analizleri yapılmıştır. DeneySEL çalışmada birinci aşamada kömürlerin STA cihazı kullanılarak termogravimetrik analizleri ve dolaşimli akışkan yataklı gazlaştırıcı kullanılarak iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk bölümde deneySEL olarak kömürlerin gazlaşma şartları ve farklı sıcaklıklar altında davranışları incelenmiştir. İkinci bölümde ise, dolaşimli akışkan yatakta biyokütlelerin gazlaştırılması üzerinde çalışılmıştır.

Deneylerde, gazlaştırma prosesinde dolaşimli akışkan yatakta azot gazı ortamında 250-750°C sıcaklıkları arasında gazlaştırma işlemi yapılmaya çalışılıp elde edilen gaz ürün bileşenleri incelenmiştir. Deneylerde gereken başlangıç enerjisi doğalgazdan sağlanmıştır.

Değişik sıcaklık artışlarında (1,5°C/dk - 10°C/dk aralığında) denenen gazlaştırma işlemi sonucunda sıcaklık artışına bağlı olarak gaz ürünlerin farklılık göstermiştir. Bunun yanı sıra yakıt miktarı, yatak boyutu, yatak malzemesinin miktarına ve hava debisine bağlı olarak farklı deneyler yapılmıştır. Sistemin boyutuna ve gönderilen hava debisine göre dolaşimli akışkan yatağın ana kolonuna yakıt miktarı yüklenmiş ve yakıt miktarı 100-500g aralığında çalışılmıştır [11].

Ülkemizde aktif olarak çalışan ticari bir kömür gazlaştırma tesisi bulunmamaktadır. Dünyada 1995 yıllarından itibaren gazlaştırılma konusu tekrardan giderek önemi kazanmakla birlikte; TUBİTAK, Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) ve Üniversitelerde bu alandaki çalışmalarına hız vermişlerdir. TKİ Kurumu, 2009 yılından itibaren Soma, Tunçbilek ve Seyitömer kömürlerinin gazlaştırılması ile ilgili çeşitli test ve analiz çalışmaları yaptırmıştır. TKİ'nin GLİ Tunçbilek sahasına, 250 kg/saat kapasiteli dünyada yaygın olarak kullanılan sürüklemeli tip pilot tesis kurulmuştur. Bu tesiste TKİ ve diğer sahalardan kömürler alınmış ve gazlaştırma, gaz temizleme, gaz motoru ile elektrik üretimi ve metanol üretimi konularında Ar-Ge faaliyetleri pilot ölçekli olarak yürütülmektedir [3].

Kömürün gazlaştırılması ile ilgili TKİ Soma sahasında yürütülen diğer bir proje de TUBİTAK-KAMAG-1007 kapsamında bütçesi desteklenen "Biyokütle ve Kömür Karı-



TKİ Kurumu, 2009 yılından itibaren Soma, Tunçbilek ve Seyitömer kömürlerinin gazlaştırılması ile ilgili çeşitli test ve analiz çalışmaları yaptırmıştır.



şımlarından Sıvı Yakıt Üretimi-TRİJEN” adlı projedir. Bu projede de dolaşımli yataklı gazlaştırıcı ile tesise 250 kg/saat kömür ve biyokütle beslenerek, sentez gazı elde edilmesi, gazın temizlenmesinden sonra şartlandırılması ve uygun katalizörlerle günde 6-7 varil dizel sıvı yakıt elde edilmesi için yerli temiz kömür teknolojilerinin geliştirilmesi için çalışmalar devam etmektedir. Sıvı yakıt üretimi üzerine yapılan bu pilot çalışmanın baz alınarak kurulacak tesislerde günde 20.000 varil sıvı yakıt elde edilmesi planlanmaktadır [3].

Ülkemizdeki kömür, bitümlü şist vb. değerli yer altı kaynaklarının kullanılmasının giderek önem kazanması üzerine gelecek yıllarda bu hammaddelerden gazlaştırma prosesi ile yararlanmanın önemi de yadsınamayacak derecede artacaktır.

4.6. DÜNYADA KÖMÜRÜN GAZLAŞTIRILMASI HAKKINDAKİ ÇALIŞMALAR

Petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki dalgalanmalar kömürün gazlaştırılması ve diğer yakıt fırsatları için ilgi uyandırmıştır. Gazlaştırma ile ilgili gelişmelerin büyük çoğunluğu konuyu elektrik sağlama sistemlerinde rekabet eden ülkelerde yaşanmaktadır. 2016 itibariyle dünyada 117 gazlaştırma tesisi bulunmakta olup tasarım, inşaat ve geliştirmenin çeşitli aşamalarında olan yaklaşık 35 tesis vardır. Bu 117 tesisin yaklaşık %36’sı yakıt üretimi, %19’u elektrik üretimi ve %42’si kimyasal üretimi yapmaktadır. Kurulu küresel kapasite miktarı 24.000 MWe elektrik olup yıllık büyüme yüzde on civarındadır [2].

4.6.1. ABD

Modern yerel gazlaştırma 1984 yılında başlamıştır. O zamandan beri çeşitli amaçlar için farklı boyutlarda gazlaştırıcılar üretilmiştir. 2002’de Senato bilgilendirmesine göre elektriği de kapsayan çeşitli üretim alanlarında 20 kadar gazlaştırıcı bulunmaktadır [2].

Ayrıca inşaat planlaması yapılan tesislerden yaklaşık dokuz adet olan Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim (IGCC) olmak üzere kırka yakın projede de çalışmalar devam etmektedir. [25].

Diğer taraftan 2000-2019 yılları arasında dünyanın en büyük kömür rezervlerine sahip ABD’nin kömür tüketimi %44 (İngiltere’nin %85, Kanada’nın %51, Avustralya’nın %21,2 ve Polonya’nın ise %20,9) oranında azalmıştır [24]. Bu azalmanın en

önemli nedenleri arasında ekonomik ömürlerini doldurmuş, eski teknoloji olan termik santrallerin kapatılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil kaynaklarının yerini alması sayılabilir.

4.6.2. ÇİN

Dünyada kömür gazlaştırması konusunda en baskın ülke Çin'dir. Aslında orta düzeyde gelişen bir ülke olmasına rağmen başta kömür olmak üzere fosil enerji kaynakları üzerinde çok geniş bir ağda endüstrilemiştir. Bu gelişmeler daha temiz enerji kaynaklarına yönelmelerine neden olmuştur. Kömür gazlaştırma ise hem geleneksel (sera gazı içermeyen) emisyonları hem de ithal edilecek petrol ve doğal gaz ihtiyacını düşürmek için bir fırsat sunmuştur.

Çin, kömür gazlaştırma teknolojisi kullanarak kimyasal ve yakıt üretmek için liderliği ele almıştır. Öncelikle gübre üretimi için amonyak yapımına ve olası bir yakıt dimetil eter için ara ürün olan metanolun yapımına odaklanmışlardır. Daha sonra bu girişim kömürden yapay doğal gaz yapımı için devam etmiştir. Böylece kapasite artışları ve kömürden petrole dönüşüm teknolojilerin yolunun açılması mümkün görülmüştür. Bu arada bir diğer önemli adım da kömür gazlaştırmasını olefin üretiminde uygulanması olmuştur. Bu plastik ve fiber için daha yüksek değerli piyasaların kurulmasını sağlamıştır. Bu sırada kapasite artışları ve yeni piyasa faaliyetleri ile diğer kömür-kimyasal teknolojilerinde (kömür-glikol ve kömür-aromatikler konusunda yapılan araştırma geliştirmeler ile) sürekli bir değerlendirme mevcuttur.

Çin destekleyici politika ve düzenlemelerin güçlü bir şekilde uygulanması ve geliştirmesinin önemini gösterecek şekilde deneyimlerine devam etmektedir. Kömür dönüşümü endüstrisi ile ilgili ulusal planlar ile bölgesel yönetimin aşırı hırslı ve gerçek dışı planları arasında süregelen uyumsuzluklar büyük bir sorun olarak devam etmektedir. Merkezi yönetimlerin ulusal uyumu sağlamak için çeşitli teşvikleri yürürlüğe koymasına rağmen bu önemli enerji ve çevresel girişimlerin yakın ve orta gelecekte nasıl işleyecekleri görülecektir. Eğer bölgesel yönetimler kontrol altına alınmazsa şiddetli risk bulunmaktadır ki bu durum çevreselin yanında ekonomik sorunlara da neden olacaktır.

Çin kendi gaz teknolojilerini uluslararası tedarikçilerden lisanslı teknolojilere sahip olan deniz aşırı projelerde büyük bir mühendislik, tedarik ve yapıcı rolünü kurarak ihraç etmeye başlamak için fırsat kollamaktadır. Aslında bazı gelişmekte olan ülkelerde kömür dönüşüm projelerinin oluşturulmasında Çin'in rolü oldukça kritiktir. Böyle projeleri sadece teknik uzmanlık olarak değil finansal olarak desteklemektedir. Ayrıca bu oldukça rekabetçi bir seçenek olarak altyapı ihtiyaçlarını da kapsamaktadır [4].

Çin'in 2021-2025 yıllarını içeren 5 Yıllık Planı'nda yer alan karbon-nötr stratejisine göre ise kömür yatay seyrini korumaya devam etmektedir. Endüstriyel ve ısınma amaçlı kömür kullanımını azaltmayı planlayan Çin, elektrik üretimi amaçlı kullanımı ise sürdürmeyi planlamaktadır. Küresel karbon salımının %29'unu tek başına yapan Çin'in, tüm çabalarına rağmen 2025 yılındaki karbon salımını mevcut duruma göre 1,5 kat artacağı öngörülmektedir [20].

Tablo 25: Çin'in Bölgelerine Göre Kömür Gazlaştırma İçin Uygulamayı Planladığı Teknolojiler [10]

KÖMÜR REZERVELERİ															
PLANLANAN BÖLGELER	TOPLAM PROJELER	SHELL	GE	SIMENS	LURGI	UGAS	TRIG	BGL	OMB	MCSG	TPRI	AFB	OSEF	HTL	WHG
KUZEY 1688.22	50	5	3	1	3	0	1	2	5	8	5	9	7	1	0
KUZEYDOĞU 26.54	10	2	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
DOĞU 113.40	50	3	13	0	0	1	0	0	16	7	0	0	5	5	0
GÜNEY MERKEZİ 99.39	22	8	0	0	2	1	1	1	2	0	0	1	0	5	1
GÜNEYBATI 264.67	13	4	1	1	1	0	0	0	1	3	0	1	0	1	0
KUZEYBATI 2359.88	34	1	10	3	3	0	0	0	6	6	2	1	1	1	0

4.6.3. ASYA

Asya'da Çin'den sonra bu konuda en çok ümit vadeden ülke; yeteri kadar düşük kalitede kömür ve su kaynakları bulunan Moğolistan'dır. Moğolistan'ın kömürden üretilen sıvı yakıtlar için net bir iç pazar ihtiyacı bulunmaktadır. Bununla birlikte asıl kömür dönüşüm tesisleri için oluşturulması gereken ulaşım altyapısını sağlayacak finansal gereklilikler esas dikkat edilmesi gerek noktayı işaret etmektedir. An itibarıyla kömürün kullanılmak için değil de ihraç edilmek için çıkarılması ile ilgili sorunlar nedeniyle Moğolistan riskli bir yatırım seçeneği olarak görülmektedir.

Vietnam ise yeraltı kömür gazlaştırmasının erken bir aşamasında olmasına rağmen kömürden kimyasal üretimi tesisi ile umut vadetmektedir.

Hindistan'ın kömür rezervleri göz önüne alındığında ise; büyük olasılıkla yeraltı kömür gazlaştırmasını da içeren kömür gazlaştırıcıları teknolojileri kullanması öngö-

rılmaktadır. Buna rağmen olumlu politikaların eksikliği, geçmişte devlet tarafından verimsiz işletmelerin kullanılmaya çalışılması gibi uygulamalar gazlaştırma konusunda önemli faaliyetlerin yürütülmesini engellemiştir. Bazı özel şirketler bazında kömürden kimyasal üretebilmek için gazlaştırma çalışmaları yapılsada, aslında Hindistan'ın olası potansiyeli fark edilememektedir [4].

4.6.4. AVRASYA

Avrasya'da kömür dönüşümüne en fazla uyum sağlayacak ülkenin Ukrayna olacağı düşünülmektedir. Enerji güvenliğini arttırabilmek için kömürden yapay doğalgaza dönüşüm için umut vadetmektedir. İlk uygulanan projeleri ise Çin tarafından hem yönetilmekte hem de desteklenmektedir.

Türkiye'de ise kapsamlı düşük kalitede kömür mevcudiyeti ve dağılmış enerji üretiminin cazibesi ile hatırı sayılır bir gazlaştırma temelli aktiviteler vardır. Buna devlet liderliğindeki araştırma geliştirme faaliyetleri ile Türk paydaşları ve uluslararası satıcıları içeren çeşitli endüstriyel projeler de dahildir [4].

Bu arada ABD, kaya gazında yaşanan gelişmelerle birlikte kömür üretimini büyük ölçüde azaltmıştır. Aynı zamanda karbonsuzlaştırma konusundaki çalışmalarında destek vermeye devam etmiştir. Avrupa'daki ülkelerin neredeyse tamamı kömür üretiminden sıfırlamak için hatırı sayılır adımlar atmışlardır. Sadece Almanya 2038 ve Polonya ise 2050 yıllarında kömür üretimi yapmayacaklarını beyan etmektedirler [20].

Her ne kadar Batı ülkelerinde kömür kullanımı azaltmış olsalar da temiz kömür teknolojileri, Karbon Tutma Değerlendirme ve Depolama (CCUS: Carbon Capture Utilization and Storage) ile ilgili Ar-Ge çalışmalarına sürdürülebilir kalkınma açısından birçok gelişmiş ülkede hız verilmiştir. Özellikle kömür gazlaştırma ve sıvılaştırma yatırımları son 20 yılda daha da arttırılmaktadır [8].

4.7. BÖLÜM 4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Gazlaştırma karbon içeren katıların yüksek sıcaklıkta bozunması ile yanabilir gaz elde etme, yani bir çeşit katı-gaz reaksiyonudur. Bu reaksiyon katının yüzeyinde gerçekleşen bir kimyasal işlemdir. [13].

Kömür gazlaştırmada amaç; kömürü su buharı, hava, oksijen ve hidrojenle tepkimeye sokarak gaz ürünler elde etmektir. Kömür gazlaştırılmasıyla elde edilen gazların

bileşimi ve miktarı; kömürün aktivitesine ve cinsine, kullanılan gazların türüne ve uygulanan gazlaştırma işlemine göre değişiklik göstermektedir.

Kömür gazlaştırmanın önemi ve faydaları kısaca aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

- a. Yerli hammadde kaynağına dayalı en çevreci üretim modeli,
- b. Enerji arz güvenliğini sağlama,
- c. Yüksek teknolojiye yönelik yerli sanayinin geliştirilmesi imkânları,
- d. Yüksek katma değer oluşumu,
- e. Kalifiye personel ve çalışan açısından yüksek sayıda istihdam imkânı,
- f. Ekonomik olarak yapılabilirlik ve sürdürülebilirlik,
- g. İthal doğalgaz ve kimyasal maddelere karşı etkin ikame sağlama [7].

Dünyada ülkeler incelendiğinde Çin; kömür gazlaştırma teknolojisi kullanarak kimyasal ve yakıt üretmek için liderliği ele almıştır. Çin kendi gaz teknolojilerini uluslararası tedarikçilerden lisanslı teknolojilere sahip olan deniz aşırı projelerde büyük bir mühendislik, tedarik ve yapıcı rolünü kurarak ihraç etmeye başlamak için fırsat kollamaktadır [4]. Çin'in 2021-2025 yıllarını içeren 5 Yıllık Planı'nda yer alan karbon-nötr stratejisine göre ülkede kömür kullanımı yatay seyrini korumaya devam etmektedir. Endüstriyel ve ısınma amaçlı kömür kullanımını azaltmayı planlayan Çin, elektrik üretimi amaçlı kullanımı ise sürdürmeyi planlamaktadır [20].

ABD, kaya gazında yaşanan gelişmelerle birlikte kömür üretimini büyük ölçüde azaltmıştır. Aynı zamanda karbonsuzlaştırma konusundaki çalışmalarında destek vermeye devam etmiştir [20].

Son yasal mevzuatlar ve uluslararası anlaşmalarla birlikte Avrupa'daki ülkelerin neredeyse tamamı kömür üretiminden sınırlamak için hatırı sayılır adımlar atmışlardır [20].

Her ne kadar Batı ülkeleri kömür kullanımını azaltmış olsalar da temiz kömür teknolojileri, karbon yakalama, Karbon Tutma Değerlendirme ve Depolama (CCUS: Carbon Capture Utilization and Storage) ile ilgili Ar-Ge çalışmalarına sürdürülebilir kalkınma açısından birçok gelişmiş ülkede hız verilmiştir. Özellikle kömür gazlaştırma ve sıvılaştırma yatırımları son 20 yılda daha da artmıştır [8].

Ülkemizde aktif olarak çalışan ticari bir kömür gazlaştırma tesisi bulunmamaktadır. TKİ Kurumu, 2009 yılından itibaren Soma, Tunçbilek ve Seyitömer kömürlerinin gazlaştırılması ile ilgili çeşitli test ve analiz çalışmaları yapmaktadır. TKİ'nin GLİ

Tunçbilek sahasına, 250 kg/saat kapasiteli dünyada yaygın olarak kullanılan sürüklemeli tip pilot tesis kurulmuştur. Bu tesiste TKİ ve diğer sahalardan kömürler alınmış ve gazlaştırma, gaz temizleme, gaz motoru ile elektrik üretimi ve metanol üretimi konularında Ar-Ge faaliyetleri pilot ölçekli olarak yürütülmektedir [3].

Avrupa Emisyon Ticaret Sistemi, Paris İklim Antlaşması, 2019 son çeyreğinde yürürlüğe giren Avrupa Yeşil Mutabakatı ile birlikte uygulanmaya başlanacak Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması gibi uygulamalar ülkeleri daha temiz, çevreci ve sürdürülebilir enerji teknolojilerine geçmeye ve enerji dönüşümüne sevk etmektedir.

2050 yılında Avrupa Kıtasının karbon nötr olma yolundaki hedefleri sonrası ülkelerde tek tek karbon nötr hedeflerini açıklamaktadırlar. Bu süreçte çoğu Avrupa Birliği ülkesi fosil yakıt kaynaklı kömür kullanımını 2030 yılına kadar en az %50 azaltmayı planlamakta, 2050 yılında ise fosil yakıtlardan kömür kullanımını sıfırlamayı amaçlamaktadır. Uluslararası son görüşmelerde sadece Avrupa Birliği ülkelerinin değil, diğer ülkelerinde kömürden uzaklaşarak daha temiz enerji kaynaklarını kullanmaları gerektiği ile ilgili yükümlülükler getirilmektedir. Enerjide dışa bağımlılık, kaynak çeşitliliği gibi konular ülkeler arasında farklılık gösterdiği için ulaşılmak istenilen hedeflerde ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Avrupa kıtasında kömür kaynaklı enerji kullanımı daha düşük seviyede olduğu için bu kaynaktan vazgeçmek üzere konulan hedefler daha belirleyici olsa da Çin gibi kömürü birincil enerji kaynağı olarak kullanan ülkelerde 2030 hedefi çok ulaşılabılır gözükmemektedir. Dünyanın gelecek nesillere ortak miras olduğu düşünüldüğünde, bölgesel uygulamaların yanında her ülkenin çevre ve sürdürülebilirlik konularında elinden geleni yapması büyük önem taşımaktadır.

Avrupa Yeşil Mutabakatı son düzenlemelerle birlikte 2024 yılında tam olarak yürürlüğe girecek ve teknik düzenlemelerde dahil olmak üzere ülkelere hedeflerini belirlemede yardımcı olacaktır. Mutabakatın amaçları içerisinde yer alan geride hiç bir ülkenin bırakılmaması ilkesine dayanarak daha temiz enerji yolları arayışında ülkelere çeşitli fonlarla desteklerin sağlanması gibi ekonomik yardımlarda mevcuttur. Özellikle gazlaştırma gibi daha temiz enerji yollarını ararken ARGE çalışmalarında bu kaynaklardan yararlanmakta faydalı olacaktır.



Enerji de dışa bağımlılığın azaltılması için ülkeler teknoloji, yatırım ve planlamalarda yarış içerisindeyler.



Düşük kaliteli kömür kaynakları bakımından zengin bir potansiyele sahip olan ülkemizde, doğrudan yakma teknolojilerinin yerine, kömür türüne ve özelliklerine uygun biçimde tasarlanacak olan termal dönüşüm prosesi ile gaz ürün elde edilmesini sağlayan gazlaştırma yöntemi, verimli ve temiz enerji üretiminde önemli bir yöntem olarak görülmektedir [11]. Ülkemizdeki kömür, bitümlü şist vb. değerli yer altı kaynaklarınının kullanılmasının giderek önem kazanması üzerine gelecek yıllarda bu hammaddelerden gazlaştırma prosesi ile yararlanmanın önemi de yadsınamayacak derecede artacaktır.

Gazlaştırma prosesleri sonucu oluşan emisyon değerleri, Avrupa Birliği ve ülkemizin bugünkü ve gelecek çevresel hedef kriterlerini karşılamakta olması ile diğer konvansiyonel yöntemlere kıyasla önemli çevresel avantajlara sahip durumdadır. Yerli ve Milli Enerji Politikalarımıza uyum için; tamamen yerli kaynak olan kömürün hammadde olarak kullanılacağı gazlaştırma tesisleri; çevre, sürdürülebilirlik, enerji gibi önemli konularda sağlayacağı yararlar göz önünde bulundurularak Ülkemize stratejik olarak fayda sağlayacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

BÖLÜM

5



SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada birçok sektörün kökten değişmesine hatta yeni sektörlerin oluşmasına neden olan Sanayi Devrimi kömürün öneminin artmasının da en önemli sebebidir. Bu devrimi müteakip kömür kaynakları çok daha değerli hale gelmiş ve bu nedenle savaşlar dahi çıkmıştır. Avrupa'da bu soruna çözüm oluşturmak ve barışı sağlamak üzere, bugün Avrupa Birliği'ne temel teşkil eden Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu kurulmuştur. Bu süreçte diğer sanayilerin yanı sıra kömürün enerji üretiminde kullanılması da hız kazanmıştır.

Dünya nüfusunun enerji ihtiyacı hızla artmaktadır ve artmaya devam edecektir. 2030 yılında dünya nüfusunun %7,7'sinin hala elektrik enerjisinden mahrum yaşıyor olacağını belirten Uluslararası Enerji Ajansı'nın mevcut politikaları içeren projeksiyonunda; mevcut enerji politikalarının devamı halinde, 2040 yılında dünya enerji talebinin, 2019 yılına göre %18,6 daha fazla olacağı ve bu artışın sürdürülebilir koşullarda karşılanabilmesi için ise, 2020-2040 döneminde, enerji sektöründe yaklaşık 55 trilyon ABD Doları değerinde yatırım yapılmasına ihtiyaç duyulduğu ifade edilmektedir. Aynı döneme enerji kaynakları açısından bakıldığında, birincil enerji arzında, fosil kaynaklı yakıtların (petrol, doğal gaz ve kömür) ağırlıklı konumunun önümüzdeki yıllarda da devam etmesi ve enerji talebindeki artışın %31'lik bölümünün de bu kaynaklardan karşılanması öngörülmektedir. Projeksiyonda ayrıca, 2022-2040 döneminde elektrik üretiminde, kömür, doğalgaz, nükleer ve petrolün payının azalacağı ve en büyük yüzdeler artışın güneşte (PV) beklendiği belirtilmektedir.

Öte yandan, son yıllarda üzerinde çokça konuşulan iklim değişikliğinin artmasındaki en büyük etkenin; sera gazı salınımları ve en çok etkileyen sera gazının ise karbondioksit (CO₂) olduğu ve en büyük miktardaki CO₂ salınımının da fosil yakıt kullanan enerji santrallerinden kaynaklandığı pek çok kaynakta belirtilmektedir. Bu doğrultuda, küresel anlamda iklim değişikliği kavramı ve buna neden olan etkenler ilk kez 5-16 Haziran 1972 tarihleri arasında, Stockholm'de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı'nda gündeme gelmiş, ancak bu konuda somut önlemler ortaya konulması 1992 yılında



2022-2040 döneminde elektrik üretiminde, kömür, doğalgaz, nükleer ve petrolün payının azalacağı ve en büyük yüzdeler artışın güneşte (PV) beklendiği belirtilmektedir.



“Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)” ile olmuştur. Bu kapsamda, taraf devletler her yıl, enerji sektörü dahil olmak üzere tüm sektör- lere ait “Ulusal Sera Gazı Envanteri”ni hazırlayarak Birleşmiş Milletler’e sunmakla yükümlüdür. BMİDÇS’nin en üst düzey karar alma organı olan “Tarafklar Konferansı (COP)” 1995 yılından bu yana her yıl devletlerin üst düzey yetkililerinin katılımı ile toplanarak olumsuz çevresel etkilerin durdurulması-azaltılması yönünde ülkelerin inisiyatif almalarına destek sağlamaktadır. Bu konferansların ilki 1995 yılında Alman- ya-Berlin’de gerçekleştirilmiş olup sonrasında, 1997 yılında COP3’te ortaya konan Kyoto Protokolü (KP), 2016 yılında ise COP21’de ortaya konan Paris İklim Anlaşması (PA) ile insan kaynaklı sera gazı emisyonlarını sınırlandırmaya yönelik taraf devlet- lere yasal düzenlemeler yapmaları konusunda yükümlülükler getirmiştir.

İskoçya’nın Glasgow şehrinde 31 Ekim - 12 Kasım 2021 tarihleri arasında, küresel ısınma ve sera gazı salınım oranlarını azaltmak amacıyla 197 ülkenin katılımıyla, COP26 gerçekleştirilmiştir. Bütün dünyayı etkileyen Covid-19 pandemi günlerinin devam ettiği süreçte düzenlenen COP26’da “Enerji Günü” sırasında, dünyanın en çok kömür tüketen beş ülkesinden beşinin de dâhil olduğu yaklaşık 23 ülke ilk kez kömür enerjisini aşamalı olarak durdurma taahhüdünde bulunmuş olup bunun yanı sıra Birleşik Krallık liderliğindeki COP26 ortakları İtalya, Kanada, ABD ve Danimarka da dahil olmak üzere 25 ülke ve kamu finans kurumu, 2022’nin sonuna kadar kesin- tisz fosil yakıt kullanan enerji sektörüne verilen uluslararası kamu desteğini sona erdirmeyi taahhüt eden ortak bir bildiriye imza atmışlardır. Ancak, yaklaşık 4 ay sonrasında başlayan Rusya-Ukrayna çatışması başta Avrupa ülkeleri olmak üzere tüm dünyada ikinci bir krize neden olmuş ve fosil yakıtta Rusya ithalatına bağımlı ülkelerde enerji fiyatlarının yükselmesi ile enerji arz güvenliği sorunu ön plana çıkmış, bunun sonucu olarak başta kömürden elektrik üretimini aşamalı olarak sonlan- dıracağını belirten pek çok ülke planlarını değiştirerek kömür santrallerinde elektrik üretim miktarını yükseltmiş veya rezerv tutacağını bildirmiştir.

Rusya-Ukrayna çatışmasının devam ettiği süreçte 6-18 Kasım 2022 tarihlerinde Şarm El-Şeyh (Mısır) kentinde düzenlenen COP27’de ise, COP26’da alınan kararlar ve verilen taahhütler gözden geçirilerek hedefler güncellenmiş olsa dahi kömürden enerji üretimi konusunda somut kararların alınmadığı görülmektedir. COP27’nin en önemli konu başlığı “iklim finansmanı” olarak belirlenmiş ve iklim değişikliği ile mü- cadelede özellikle gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliği ile mücadelesinde ha- rekete geçmelerini teşvik edecek finans mekanizmalarının oluşturulması hedeflen- miştir. Rusya-Ukrayna çatışması sonrası özellikle Avrupa ülkelerini etkileyen enerji krizi ve enerji arz güvenliği konferansın ana gündem maddesi olmuştur.

Covid-19 pandemisinin etkilerinin azaldığı ve ekonominin normale dönüş yaptığı günlerde düzenlenen COP26’da fosil enerji kaynaklarının kullanımının sınırlandırıl-

masına yönelik bazı adımlar atılabilmiş, en fazla kömür kullanan iki ülke olan Çin ve Hindistan imzalamasa dahi enerji üretiminde kömür kullanımına sınırlar getiren bildiriye pek çok ülke taraf olmuştur. COP27’de ise kömür kullanımının azaltılması yönünde daha somut önlemler alınması beklenirken, Rusya-Ukrayna çatışması ve beraberinde gelen Rusya’ya karşı yaptırımlar, tedarik zincirinde kırılmaları ve arz güvenliği sorununu gündeme taşımış ve COP27 sonuç bildirgesinde kömür kullanımının sonlandırılmasına ilişkin net bir ifade yerine fosil yakıt kullanımının aşamalı olarak yavaşlatılması ifadesi yer almıştır.

İklim değişikliği konusunda bölgesel bağlamda atılan en önemli adım olan Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM), Avrupa Komisyonu tarafından 11 Aralık 2019’da ilan edilmiştir. AYM kapsamında, iklim değişikliğini önlemek için Avrupa’da kömür kullanımının sonlandırılması/azaltılması yolunda; üye ülkelerin kömürden çıkış tarihinin belirlenmesi, ülkelerin kömürden çıkış planlarını yasalaştırması zorunluluğu, bu geçiş sürecinde kimsenin geride bırakılmaması, yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması, kömürde bir karbon bedelinin ödenmesi, ilk olarak en çok kirleten santrallerin kapatılması ve bütün bu süreçte arz güvenliğinin sağlanması gerektiği ifade edilmektedir.

Söz konusu Mutabakat kapsamında, AB üyesi devletler, Ulusal Enerji ve İklim Planları’nda kömürden elektrik üretimini sonlandırmak/azaltmak konusundaki planlarını da ortaya koymakla yükümlüdürler. Ancak bu hedefe ulaşmanın süre, finansman ve toplumsal değişim olarak çok da kolay olmayacağı bilinen bir gerçektir. Bu noktada, yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasının ve enerji depolama sistemlerinin geliştirilmesinin önemli olduğu görülmektedir. Öte yandan, ülkeler için arz güvenliğinin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmakta, ithal yakıt fiyatlarındaki artışın arz güvenliğini tehdit edebileceği öngörülmektedir. Nitekim Covid-19 sonrası toparlanmaya çalışan ülke ekonomileri Şubat 2022’de başlayan Rusya-Ukrayna çatışması ile yeni bir kriz ile karşı karşıya kalmış, bu kriz ile bazı AYM hedefleri ötelenirken, Almanya’da olduğu gibi, kömürden elektrik üretim miktarında artış gözlenmiştir.

Türkiye, bir yandan enerji arz güvenliğini gözetirken diğer yandan iklim değişikliği ve çevre konusundaki küresel çabalara birçok gelişmiş ülke ile eş zamanlı olarak dahil olmuştur. Ülkemiz, ulusal düzenlemelerin yanı sıra uluslararası yükümlülüklerini de yerine getirme çabasını her zaman sürdürmüş olup BMİDÇS’ye taraf olduğu tarihten bu yana her yıl, enerji sektörü dahil olmak üzere tüm sektörlerle ait “Ulusal Sera Gazı Envanteri”ni hazırlayarak Birleşmiş Milletler’e sunmaktadır.

Ekim 2021’de Paris Anlaşmasını onaylayarak taraf olan ülkemiz önemli bir adım atarak 2053 yılına kadar net sıfır emisyon hedefine ulaşmayı da taahhüt etmiştir. Bu çerçevede, net sıfır emisyon hedefi ve döngüsel ekonomi ilkesi doğrultusunda iklim değişikliği ile mücadele ve yeşil kalkınma politikalarının yürütülmesi amacıyla,

29 Ekim 2021 tarihinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın adı "Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı" olarak değiştirilmiş ve söz konusu Bakanlığa bağlı "İklim Değişikliği Başkanlığı" kurulmuştur.

Avrupa Birliği'ne tam üyelik için aday ülke konumunda olan ülkemizin Avrupa kıtası ile yoğun ticari ilişkileri de bulunmaktadır. Bu bağlamda, ülkemiz politika hedeflerini belirlerken gerek kurumsal yapılanma konusunda gerekse yasal düzenlemelerde AB hedefleri ve politikalarını dikkate almaktadır. Bu çerçevede, ülkemiz mevzuatına göre çok daha sıkı hükümler getiren AB çevre mevzuatının iç hukuka aktarılmasına yönelik çalışmalar Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın sorumluluğunda ilgili kurum ve kuruluşlarla koordinasyon sağlanarak yürütülmektedir. AB Çevre Mevzuatı kapsamında yer alan ilgili direktifler baz alınarak; termik santraller ve diğer yakma tesislerinde uygulanmak üzere "Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği", "Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği", "Büyük Yakma Tesisleri Yönetmeliği" ve "Sera Gazlarının Takibi Hakkında Yönetmelik" yayımlanmıştır.

Diğer taraftan; Ticaret Bakanlığı tarafından Temmuz 2021'de yayımlanan "Yeşil Mutabakat Eylem Planı"nda özellikle seçili sektörler için ithalat fiyatının, eşyanın karbon içeriği dikkate alınarak belirlenmesi olan "Sınırdaki Karbon Düzenleme (SKD)" mekanizması AB Emisyon Ticaret Sistemine (ETS) paralel bir sistem olacak şekilde kurulduğu ifade edilmekte, SKD sistemine tabi olacak seçili sektörler ise demir-çelik, çimento, alüminyum, elektrik ve gübre olarak belirlendiği yer almaktadır. Buna göre, elektrik bir sektör olmasının yanı sıra diğer belirtilen sektörlerde de ürün elde edilmesinde kullanılan enerjinin kaynağı olarak önem taşımaktadır. Yeşil Mutabakat Eylem Planı AB sınırda karbon düzenlemesinin ülkemiz ile AB ülkeleri arasındaki ticareti üzerindeki etkilerinin sınırlanmasına yönelik çalışmalar yürütülmesi de hedeflenmiştir. Eylem planının "Temiz, Ekonomik ve Güvenli Enerji Arzı" başlığı altında iklim değişikliği ile mücadele kapsamında enerji politikalarının belirlenmesi, enerji verimliliği ve Milli Enerji ve Maden Politikamıza uygun olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve yatırımlarının artırılmasına önem verilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Aralık 2022 sonlarında kamuoyu ile paylaşılan ve 19 Ocak 2023 tarihinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Sn. Fatih Dönmez tarafından tanıtımı yapılan "Türkiye Ulusal Enerji Planı"nın enerji bölümünde kaynaklar bazında 2025, 2030 ve 2035 yılları planları yer almaktadır. Planda, ülkemizin toplam kurulu gücü 2025, 2030 ve 2035 yıllarında sırası ile 116,2 GW, 149,1 GW ve 189,7 GW olarak öngörülmektedir. Kömür santrallerinin payı ise 2025 yılında toplam 21,1 GW, 2030 yılında toplam 22,8 GW ve 2035 yılında ise toplam 24,3 GW olması öngörülmektedir. Bu süreçte kömür santrallerinin kurulu gücü artış gösterdiği görülmekte ise de özellikle rüzgâr ve güneş santrallerinin toplam kurulu güç içerisindeki payının; 2025 yılında %26,6, 2030 yılında %34,2 ye, 2035 yılında ise %43,5'a yükseleceği, buna karşın kömür santrallerinin pa-

yının 2025, 2030 ve 2035 yıllarında sırası ile %18, %15,3 ve %12,8 olarak azalacağı öngörülmektedir. Kömür santrallarının üretimdeki payının da 2020 yılında %34,5 iken 2035 yılına kadar azalma eğiliminde olacağı öngörülmektedir. Planda ayrıca, kömür santrallarının üretimdeki payının, elektrik ve ısı sektörü için geçerli olacak karbon fiyatlarını etkileyeceği ifade edilmekte olup 2035-2053 dönemi öngörülerinde ise kömür santralları payının azalarak devam edeceği, ancak bu durumun sistemdeki kömür santrallarının ömürleri dolmadan devreden çıkarılacağı anlamına gelmemesi gerektiği, sistemdeki tüm santralların teknik ömürleri doluncaya kadar devrede kalacağı ve sisteme rezerv kapasite ve esneklik katkısı sunacağı belirtilmektedir.

Yukarıda bahsi geçen tüm süreçlerin ışığında ülkemiz enerji politikaları kapsamında kömür konusundaki önerilerimiz aşağıda sunulmaktadır:

- » Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından ulusal enerji planında hedef yıllar olarak belirlenen 2030-2035 yıllarının enerji üretim tesislerinin kurulumu için alınması gerekli izinler, finansman ve yatırım süreleri dikkate alındığında çok da uzun bir süre olmadığı görülmektedir. Planda belirtilen hedeflere uygun olarak kurulu güç ve üretim kapasitemizin geliştirilmesi için gerekli mekanizmaların kurulması ve aktifleştirilmesi,
- » Planda yer aldığı üzere kömür santrallarının teknik ömrünü tamamlamadan önceki süreçte, elektrik üretim sisteminde kalacağı durum için mevcut santrallarımızın durum tespiti, elektrik üretimine katkısı, yenilenebilir enerji üretimi yükseldikçe rezerv tutulması konularının takip edilmesi ve düzenli raporlanması,
- » Ömrünü tamamlayarak elektrik üretimine son verilen santrallarda çalışan işçiler için geçiş dönemi, santral/kömür sahalarının dönüştürülmesi vb çalışmaların planlanması ve raporlanması,
- » Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ticaret Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı gibi Bakanlıklar ile koordinasyon halinde çalışılması,
- » Bu konuda yayımlanan eylem planı, plan, strateji belgesi gibi dokümanlarda belirlenen hedeflerin izlenmesi, gecikmeler olursa nedenleri ve çözümlerinin belirli aralıklarla takip edilerek bu konuda gerekli eylemlerin gerçekleştirilmesi,
- » “Enerji Dönüşümü”nün öneminin kavranması için sanayi, kamu, üreticiler ve enerji yoğun sektörlerde farkındalık yaratmak için gerekli çalışmaların yapılması,
- » Enerji arz güvenliği amacı ile küçük modüler reaktörle (SMR) gibi teknolojilerin ülkemizde geliştirilmesi amacı ile çalışmaların yürütülmesi, (www.tesab.org.tr TESAB Yayınları SMR-Küçük Modüler Reaktörler)
- » Yenilenebilir enerji tesislerinin sistem içerisinde payının artması ile sistem esnekliği yönünde depolama teknolojilerinin önemi artmaktadır ve bu artış devam

edecektir. Bataryalar gibi depolama sistemlerinin yanısıra yatırım maliyetleri yüksek olmakla birlikte en eski ve en uzun ömürlü depolama tesisleri olan pompaj depolamalı HES projelerinin hayata geçirilmesi için çalışmaların yürütülmesi, (www.tesab.org.tr TESAB Yayınları: Enerji Depolama Teknolojileri ve Pompaj Depolamalı HES Projeleri)

- » Kömürün gazlaştırılmasının önemi ve faydaları kısaca; yerli hammadde kaynağına dayalı en çevreci üretim modeli olması, enerji arz güvenliğini sağlamaya yardımcı olması, yüksek teknolojiye yönelik yerli sanayinin geliştirilmesi imkânlarını yaratması, yüksek katma değer oluşturması, kalifiye personel ve çalışan açısından yüksek sayıda istihdam imkânı sağlaması, ekonomik olarak yapılabilirlik ve sürdürülebilirlik, doğalgaz ve kimyasal maddelere karşı etkin ikame sağlamasıdır. Ayrıca, gazlaştırma prosesleri sonucu oluşan emisyon değerleri, Avrupa Birliği ve ülkemizin bugünkü ve gelecek çevresel hedef kriterlerini karşılamakta olması ile diğer konvansiyonel tesislere kıyasla önemli çevresel avantajlara sahip durumdadır. Bu bağlamda, düşük kaliteli kömür kaynakları bakımından zengin bir potansiyele sahip olan ülkemizde, doğrudan yakma teknolojilerinin yerine, kömür türüne ve özelliklerine uygun biçimde tasarlanacak olan termal dönüşüm prosesi ile gaz ürün elde edilmesini sağlayan gazlaştırma yönteminin verimli ve temiz enerji üretiminde önemli bir yöntem olarak tercih edilmesi.
- » Kömürün gazlaştırılmasıyla elde edilecek gazın kullanıldığı IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle) türbinleri, üretici firma kataloglarında ayrı olarak gösterilmekte ve doğal gaz kullanan gaz türbinlerinden ayrı pazarlanmaktadır. IGCC türbinlerinin Türkiye’de üretimi için teknoloji transferi yapılmalı ve bu türbinlerin geliştirilmesi için ARGE çalışmaları yapılmalıdır.
- » Hidrojen özellikle ulaştırma sektöründe geleceğin yakıtı olarak lanse edilmekte ve petrol ürünlerinin yerine geçeceği öngörülmektedir. Bu bağlamda yerli linyitten üretilecek hidrojen kahverengi hidrojen olarak nitelendirilse de ulaştırma yakıtında dışa bağımlılığı azaltmak için linyitten hidrojen üretimi konusunda ARGE çalışmaları başlatılmalı ve bu konuda teşvik verilmelidir.

Tüm ülkelerde olduğu gibi, ülkemizde de elektrik enerjisi sistemi kaynaktan üretime, ilettime, dağıtıma, teknolojisine, nihai tüketiciye ulaştırılmasına kadar pek çok paydaşı olan bir sistem olup kesintisiz ve güvenilir arz için bu paydaşların birlikte ve uyum içerisinde süreci yönetmesi ve ilerlemesi büyük önem arz etmektedir. Her ülkenin kendi öncelikleri farklı olmasına rağmen diğer ülkelerden ve uluslararası arenadan bağımsız karar alma veya uygulama da mümkün görülmemektedir. Ülkemizde sektörde kısa, orta ve uzun vadeli planların yapılma aşamasında uluslararası ilişkiler, ticaretimiz gibi konuların dikkate alınmasında fayda görülmekte olup yayımızın sektöre faydalı olmasını temenni ederiz.

KAYNAKLAR

www.enerji.gov.tr
www.epdk.gov.tr
www.tki.gov.tr
www.taskomuru.gov.tr
www.mta.gov.tr
www.teias.gov.tr
www.euas.gov.tr
www.tesab.org.tr
www.iea.org
www.worldbank.org

BÖLÜM 2

- [1] TKİ (2020) Kömür (Linyit) Sektör Raporu 2021. Ankara,
- [2] MTA (2019) Faaliyet Raporu, 2021. Ankara: MTA.
- [3] TKİ (2020) Kömür Sektör Raporu 2019. Ankara,
- [4] MTA (2020) Faaliyet Raporu, 2019. Ankara: MTA.
- [5] EİGM (2020) Raporları. Ankara,
- [6] TÜİK (2021) Katı Yakıt İstatistikleri, Aralık 2020,
- [7] TTK (2016) 2015 Yılı Taşkömürü Sektör Raporu, Ankara,
- [8] TTK (2020) 2019 Yılı Taşkömürü Sektör Raporu, Ankara,
- [9] IEA (International Energy Agency). 2021 Coal Information 2020,
- [10] TÜİK (2017) Katı Yakıt İstatistikleri,
- [11] British Petrol Statistical Review of World Energy 2020,
- [12] Eurostat (Avrupa İstatistik Ofisi) Mayıs 2021,
- [13] BGR Raporu 2020,
- [14] EMBER (Coal to clean energy policy), şubat 2022
- [15] EÜAŞ. (2020) Eüaş 2019 Yılı Faaliyet Raporu. Ankara: Eüaş.
- [16] TÜİK. (2018) Tüik İthal Kömür İstatistikleri. Ankara: Tüik.
- [17] TÜİK. (2021) Katı Yakıt İstatistikleri, Aralık 2020
- [18] Ediger, V. (2014) TKİ ve kömürün Tarihçesi İle Türkiye Kömür Stratejileri. Ankara: TKİ.
- [19] TMMOB (2020) Kömür ve Enerji Raporu 2020. Ankara,
- [20] Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), "World Energy Outlook 2020".
- [21] Elektrik Üretimi ve Ticareti Sektör Raporu. Mayıs 2021.
- [22] (IEA), "World Energy Outlook 2020".
- [23] Tüba-Temiz Kömür Teknolojileri Raporu. Ankara 2018,

BÖLÜM 3

- [1] Graichen Patrick, Jones Dave (2021) "The European Power Sector in 2020, AGORA Energiewiende, EMBER
- [2] Clean Energy Wire <https://www.cleanenergywire.org/news/eu-power-demand-back-pre-pandemic-levels-less-coal-more-renewables-mix>
- [3] TEİAŞ'ın Kurulu Güç Raporları <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/kurulu-guc-raporlari>
- [4] Türkiye Elektrik Üretim İletim İstatistikleri <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>

- [5] Avrupa Linyitlerinin yenilenebilir kaynaklara karşı savaşı
<https://energypost.eu/lignite-europe-fighting-back-renewables/>
- [6] Clean Energy Wire Julian Wettengel (03 Jul 2020) Almanya'nın Kömürden Çıkışının Ayrıntılı Açıklaması- Almanya'nın Kömürden Çıkış Planı (Spelling out the coal exit – Germany's phase-out plan) (<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/spelling-out-coal-phase-out-germanys-exit-law-draft>)
- [7] International Energy Agency (IEA) Hungary, 2017 Review
<https://iea.blob.core.windows.net/assets/95bcd156-32b3-4802-bab3-ec3375a78665/EnergyPoliciesofIEACountriesHungary2017Review.pdf>
- [8] Oct 15, 2020 <https://renewablesnow.com/news/eu-commission-advises-bulgaria-to-work-on-coal-phase-out-strategy-717398/>
- [9] Aug 2, 2021 <https://balkangreenenergynews.com/bulgaria-hints-at-possible-closure-of-all-coal-fired-power-plants-by-mid-2025/>
- [10] July 1, 2021 <https://balkangreenenergynews.com/montenegro-announces-coal-phaseout-by-2035/>
- [11] International Energy Agency (IEA) Czech Republic, 2016 Review
https://iea.blob.core.windows.net/assets/23edf6a8-6b31-4473-b1d5-4b6e84e8cf9d/Energy_Policies_of_IEA_Countries_Czech_Republic_2016_Review.pdf
- [12] İklim Haber sitesi <https://www.iklimhaber.org/romanya-en-gec-2032de-komurden-cikiyor/#:~:text=Romanya'n%C4%B1n%2C%20her%20ne%20kadar,linyit%20kullan%C4%B1n%C4%B1n%C4%B1%20a%C5%9Famal%C4%B1%20olarak%20b%C4%B1rakacak.>
- [13] International Energy Agency (IEA) Portugal, 2016 Review
https://iea.blob.core.windows.net/assets/24fac789-3694-4c93-ba66-b35fd0add54/Energy_Policies_of_IEA_Countries_Portugal_2016_Review.pdf
- [14] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli komitesi Kömür Çalışma Grubu (2017) raporu
- [15] Polonya Jeoloji Enstitüsü - Polonya ve Avrupa ticari kömür sınıflandırması
- [16] AB Komisyonu Bildirgesi (2020) "An EU-wide assessment of National Energy and Climate Plans Driving forward the green transition and promoting economic recovery through integrated energy and climate planning Brussels," 17.9.2020 COM(2020) 564 final
- [17] Elena Bixel, Dave Jones "Kömür Bulmacasını Çözmek Avrupa'da kömürden çıkış politikalarının dört yıldan çıkarılan dersler" (Sandbag-coalbook2019-WEB_TR.pdf)
- [18] Kömürün Ötesinde Avrupa (Europe Beyond Coal), Avrupa İklim Eylem Ağı(CAN Europe), Sürdürülebilir Ekonomi ve Finans Araştırmaları Derneği (SEFIA), WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), Greenpeace Akdeniz, İklim Değişikliği Politika ve Araştırma Derneği ve 350.org için APLUS Enerji tarafından hazırlanan "Karbon Nötr Türkiye Yolunda İlk Adım Kömürden Çıkış" Rapor.
- [19] FACTS BEHIND THE DEBATE "Recent trends in EU coal, peat and oil shale regions" The European Commission's science and knowledge service Joint Research Centre (JRC) Contacts: Zoi. Kapetaki@ec.europa.eu; Jose.Moya@ec.europa.eu
- [20] Coal Regions in Transition OVERVIEW 2020 Contacts: Bruno Hoyer b.hoyer@eib.org; Andrea Morawski U.a.morawski@eib.org; Antonie Kerwien a.kerwien@eib.org; www.eib.org
This overview, with links to stories, brochures and videos, is available at:
www.eib.org/coal-transitionoverview
- [21] Ulusal Enerji ve İklim Planları: AB'nin 2030 İklim Hedeflerin Üye Devletlerin Katkıları(National Energy and Climate Plans: Member State contributions to the EU's 2030 climate ambition)"
- [22] Central Times Europa web sitesi; Europa Polonya'nın COP26'da kömürden çıkış taahhüdünü imzaladıktan sonraki U dönüşü konulu yazı
(https://centraleuropeantimes.com/2021/11/poland-u-turns-on-cop26-pledge-to-phase-out-coal/?gclid=EAlalQobChMI5cu1ruet9AIVDuJ3Ch1p1gUUEAAYASAAEgJMvvd_BwE)
- [23] AA Energy adlı web sitesinde, Gulsen Cagatay and Nuran Erkul Kaya tarafından hazırlanan End of coal in sight with more countries' commitments: COP26 Presidency (<https://www.aa.com.tr/en/energy/coal/end-of-coal-in-sight-with-more-countries-commitments-cop26-presidency/33962>)

BÖLÜM 4

- [1] <https://www.tesisat.org/biyo-gazlastirma-ve-surdurulebilir-gelecek.html> Tarih:25.11.2021
- [2] <https://archive.epa.gov/epawaste/hazard/wastemin/web/html/gasdom.html>
- [3] <https://www.tki.gov.tr/temiz-komur-teknolojileri> Tarih: 20.11.2021
- [4] https://www.worldcoal.com/special-reports/05122013/report_on_coal_gasification_321/
- [5] <http://www.eie.gov.tr>
- [6] Aktan, M., 2020. Kömür Gazlaştırma Ürünlerinin Gerçek Opsiyonlar Yöntemi İle Değerlemesi. Doktora Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [7] Aktan, M., 2021. Kömür Gazlaştırmanın Türkiye Açısından Stratejik Önemi, Makale, MT Bilimsel Yeraltı Kaynakları Dergisi, Sayı:20, Temmuz 2021
- [8] Avşaroğlu, N. 2019. Dünya'da Kömürün Geleceği. (https://www.researchgate.net/publication/330811265_DUNYA'DA_KOMURUN_GELECEGI)
- [9] BP, 2020. Statistical Review of World Energy.
- [10] Coal Gasification in China A Study Report US-China Energy Center, National Research Center for Coal and Energy, West Virginia University, Morgantown, WV 26506-6064
- [11] Durgut, R.A., 2010. Kömür Gazlaştırma Prosesi ve Yerli Linyit Kömürlerinin Gazlaşma Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [12] EÜAŞ, 2021. Elektrik Üretimi ve Ticareti Sektör Raporu, EÜAŞ Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Stratejik Planlama Müdürlüğü, Mayıs 2021, Ankara.
- [13] Gafur, A.A, 2006. Bitümlü Şist ve Plastik Atıkların Gazlaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Ekim 2006, Ankara
- [14] Gunsburg, D.B. 1972. Düşük Değerli Yakıtların Gazlaştırılması (Çeviren: Recepoğlu,A.O.), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [15] Kaya, E., 2009. Kömür Gazlaştırma Ürünlerinin Kimyasal Denge Kuramı İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Temiz Tükenmez Enerjiler Anabilim Dalı, Ankara.
- [16] Koç, S., 2006. Linyitlerin Gazlaştırılmasına Mineral Madde İçeriğinin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [17] Kural, O., 1998, Kömür Özellikleri, Teknolojisi ve İlişkileri, Özgün Ofset Matbaacılık A.Ş., syf.536-553, 557-563, İstanbul.
- [18] Pişkin, S. 1991. Kömür Gazlaştırma, Kömür (Editör: Orhan Kural), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [19] Tamzok, N. (2021a, 02 20). Dünya'da ve Türkiye'de Kömür Politikaları. T. M. Odası (Dü.), Kömür ve Enerji Çalıştayı. içinde Ankara: TMMOB Maden Mühendisleri Odası.
- [20] Tamzok, N. (2021b, 03 24). 03 22, 2021 tarihinde Enerji Günlüğü: (<https://www.enerjigunlugu.net/enerji-ve-iklime-cin-penceresinden-bakmak-31926yy.html>)
- [21] TKİ. (2015). Soma Kömür Gazlaştırma Projesi. Ankara: TKİ.
- [22] TMMOB Maden Mühendisleri Odası, 2020. Kömür ve Enerji Raporu, Ağustos, 2020.
- [23] TÜBA., 2018. Temiz Kömür Teknolojileri Raporu. Ankara: TÜBA.
- [24] Uluslararası Enerji Ajansı (IEA),2020. World Energy Outlook 2020.
- [25] US Gasification Database, 2016. (Netl.doe.gov)
- [26] World Energy Council(WEC), 2018. World Energy Outlook Report, International Energy Agency.
- [27] Vural, E.S., 2014. Soma-Eynez Linyitinin Su Buharı Gazlaştırması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [28] Ziyapak, M., 2015. Gazlaştırma Teknolojileri . Ankara: TKİ.



Dr. İZZET ALAGÖZ

***EÜAŞ Genel Müdürü ve
Yönetim Kurulu Başkanı
TESAB Yönetim Kurulu Başkanı***

Lisans Eğitimini ODTÜ Gaziantep Mühendislik Fakültesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde, yüksek lisans eğitimini, Del Tech Community College (ABD)'de Master of Business Administration ve Mustafa Kemal Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümünde, doktora eğitimini ise Ege Üniversitesi, Yenilenebilir Enerji Teknolojileri alanında tamamladı. 19 Mayıs Üniversitesi'nde 5 yıl Öğretim Görevlisi olarak çalıştı. Endüstriyel otomasyon, PLC, DCS sistemleri geliştirme ve uygulama projeleri gerçekleştirdi. Yurtiçinde ve yurtdışında General Electric, ABT Enerji, Initec Enerji, Emerson Electric gibi kuruluşlarda üst düzey görevler üstlendi. 3850 MW elektrik santrali montaj ve devreye alma, 4400 MW santral DCS sistemleri kurulum ve rehabilitasyon çalışmaları projelerini yönetti. Elektrik santralleri, su arıtma tesisleri, ilaç fabrikaları ve çeşitli endüstriyel otomasyon uygulamalarının yer aldığı özel sektör kuruluşlarında Genel Müdürlük ve Yönetim Kurulu Başkanlığı görevlerinde bulundu. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK) Genel Sekreterliği ve MÜSİAD Enerji Sektör Kurulu Başkanlığı görevlerini yürüttü. 2018 yılından bu yana EÜAŞ Genel Müdürlüğü ve Yönetim Kurulu Başkanlığı, TESAB Yönetim Kurulu Başkanlığı ve DEK-TMK Yönetim Kurulu üyeliği görevlerini yürütmektedir.

AYŞEGÜL BAHAYETMEZ

Eurelectric Türkiye Çevre Koruma ÇG Eski Başkanı

Lisans eğitimini 1982 yılında İTÜ Kimya Mühendisliği bölümünde ve 1999 Yılında Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümünde, yüksek lisans eğitimini ise 2002 yılında TODAİE'de Kamu Yönetimi Uzmanlık programında gerçekleştirdi ve "AB Elektrik Enerjisi Pazarında Rekabet Ortamının Geliştirilmesi Çalışmaları ve Türkiye" konulu yüksek lisans tez çalışmasını tamamladı. İşçi Sağlığı ve Güvenliği Açısından Tehlikeli Kimyasallar konulu 2003 yılında hazırlanmış olduğu bir eğitim kitabı mevcuttur. 1983 yılından bu yana Elektrik Üretim A.Ş. (TEK+TEAŞ+EÜAŞ) Genel Müdürlüğü'nde görev yapmış olup 2022 yılında emekli olmuştur.



FİLİZ SU KARAKAYA

Eurelectric Türkiye Çevre Koruma ÇG Üyesi

Lisans eğitimini Erciyes Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde tamamlamıştır. Ayrıca Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi bölümünü ve Anadolu Üniversitesi Adalet bölümünü tamamlamıştır. 1996 -1998 yıllarında özel sektörde hidrolik santraller ve dağıtım özelleştirme hazırlık aşamaları üzerine çalışmıştır. 1998 yılından beri Elektrik Üretim A.Ş. 'de termik santraller proje, yapım, takip ve dış krediler alanlarında çalışmıştır. Halen EÜAŞ İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre Daire Başkanlığında çalışmaktadır.



HALİL KORUTÜRK ÖZCAN

Eurelectric Türkiye Çevre Koruma ÇG Başkan Yard.

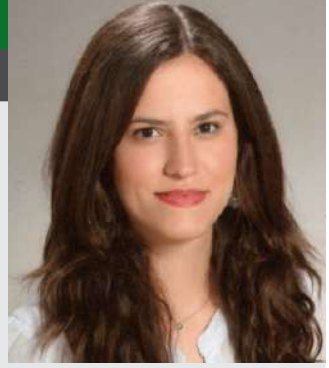
Lisans eğitimini 9 Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği'nde 2004 yılında tamamlamıştır. 2007 yılında EÜAŞ Genel Müdürlüğü'nde çalışmaya başlamıştır. 2011 yılı Ağustos ayından itibaren EÜAŞ Genel Müdürlüğüne bağlı Termik Santral ve Hidroelektrik Santrallerin çevre mevzuatı kapsamında çevre izin ve lisans belgesi, beyan ve bildirim başvurularının yapılmasında etkin görev almaktadır. EÜAŞ Genel Müdürlüğüne bağlı İşletmelerin çevre mevzuatı kapsamında iş ve işlemlerinin yapıldığı Entegre Çevre Bilgi Sistemi Uygulamasında firma sorumlusu olarak görev almaktadır.



HİHAL ÖZEK SADIKOĞLU

Eurelectric Türkiye Çevre Koruma ÇG Başkanı

Lisans eğitimini Trakya Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde 2009 yılında tamamlamıştır. Yüksek lisans eğitimini ise İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında tamamlayarak, 2014 yılında mezun olmuştur. 2011 yılında HEAŞ Hamitabat Elektrik Üretim ve Tic. A.Ş'de başladığı mühendislik kariyerine, 2013 yılından itibaren EÜAŞ Bursa Doğalgaz Kombine Çevrim Santral İşletme Müdürlüğü'nde devam etmektedir. Santralde mühendislik çalışmalarının yanı sıra Çevre Görevlisi, Entegre Yönetim Sistemleri(EYS) Sorumlusu, Atıksu Arıtma Tesisleri Tesis Sorumlusu olarak görev yapmaktadır. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Teknolojisi Anabilim Dalındaki Doktora çalışmalarına devam etmektedir.



ÖMER ÖZEN

Eurelectric Türkiye Çevre Koruma ÇG Üyesi

Lisans eğitimini Gazi Üniversitesi Kimya Mühendisliği'nde 2006 yılında tamamlamıştır. 2007 yılında EÜAŞ Bursa Doğal Gaz Kombine Çevrim Santral'ında çalışmaya başlamıştır. Kimya Mühendisliği'nin yanı sıra 2009 yılından itibaren çeşitli aralıklarla Çevre Görevlisi olarak görev alarak Çevre İzni ve Entegre Kalite Yönetim Sistemleri'nin kurulumu aşamasında etkin görev almıştır.



SEVGİ ULUGÖL

Eurelectric Türkiye Çevre Koruma ÇG Üyesi

Lisans eğitimini İstanbul Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde 2000 yılında tamamladı. Yüksek Lisans Eğitimini 2006 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Environmental Biotechnology Yüksek Lisans Programında tamamladı. 2000 yılından bu yana enerji sektöründe sürdürülebilirlik, çevre, kalite, iş sağlığı ve güvenliği alanlarında çalışmalarına devam etmektedir.





Türkiye Elektrik Sanayi Birliği 20.06.2005 tarih ve 2005/9060 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile elektrik enerjisi sektöründe faaliyet göstermek üzere kurulmuş Sivil Toplum Kuruluşudur. Ülkemizi EURELECTRIC ve CIGRE'de temsil etmektedir. Misyonu; bu kuruluşların çalışmalarına katılım sağlamak ve bu platformda edinilen tecrübe ve bilgileri üyeleri ile paylaşmaktır.

