



TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

ENERJİ VE KÖMÜR

RAPORU

TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Enerji Çalışma Grubu

Temmuz 2015

ENERJİ ÇALIŞMA GRUBU

Mehmet GÜLER : Başkan
Fatih TÜTÜNLÜ : Üye
Adem HANCI : Üye
Emre DEMİR : Üye
Elif TORUN BİLGİÇ : Üye
Mehmet BİLGİÇ : Üye
Saffet DURAK : Üye

©Tüm hakları saklıdır. TMMOB Maden Mühendisleri Odası'nın yazılı izni olmaksızın bu kitap ya da kitabın bir kısmı herhangi bir biçimde çoğaltılamaz.

ISBN : 978-605-01-0753-1
Baskı : Mattek Matbaacılık, 0312 433 23 10
Baskı Tarihi : Eylül 2015
İsteme Adresi : TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Selanik Cad. 19/4 Kızılay-ANKARA
Tel : 0312 425 10 80 Faks: 0312 417 52 90
İnternet Adresi : www.maden.org.tr
E-Posta : maden@maden.org.tr

SUNUŞ

Üretimin en temel girdisi olan enerji, uluslararası alanda önemini giderek arttırmaktadır. Dünya genelindeki toplumsal ve ekonomik büyüme, artan gereksinimler daha fazla üretmeyi gerektirmekte, bu durum enerji kaynaklarına olan talebin daha da yükselmesine neden olmaktadır. 2050 yılında Dünya enerji talebinin mevcut talebin iki katı civarında olması beklenmektedir.

Dünyada süregelen kriz bütün ülkeleri etkilerken, Türkiye özellikle enerji alanında içinde bulunduğu durum nedeniyle krizden daha çok etkilenmektedir. Zaten en önemli yapısal sorunlarından biri olan işsizlik, krizden ve enerjiye ulaşımın maliyetlerinin artmasından dolayı Türkiye'yi daha sıkıntılı duruma sokmaktadır.

Dünya birincil enerji arzında kömür ile petrol başa baş gitmektedir. 2012 yılında Dünya birincil arzının %31,4'ü petrol, %29'u kömürden sağlanırken bu rakamlar 1973 yılında petrol %46 ve kömür %24 düzeylerindedir.

Türkiye'de 2012 yılında enerjide dışa bağımlılık %71,5 iken bu rakam 2013 yılında %73,5'e yükselmiştir. 1990 yılında yerli enerji üretiminin talebi karşılama oranı %48 iken 2013 yılına gelindiğinde bu rakam %28,5'e kadar düşmüştür. Daha kötüsü bu rakamın her yıl daha da düşmesi öngörülmektedir. Enerji maddeleri ithalatı ise 2014'te 55,9 milyar dolar olarak dış ticaret açığındaki en önemli kalemlerden biri olma özelliğini sürdürmektedir.

Türkiye enerji ithalatının %27'sini tek bir ülkeden, %43'ünü sadece 3 ülkeden tedarik ederek arz güvenliği bakımından oldukça sıkıntılı bir tablo ile karşı karşıya bulunmaktadır. Bunun yanında Enerji talebindeki payı %60 civarında olan petrol ve doğalgazda %90 civarında dışa bağımlılık söz konusudur.

Enerji kaynaklarının uluslararası politikanın en önemli araçlarından biri olması, enerjide dışa bağımlılık sorununun ciddiyetini daha da artırmaktadır. Görüldüğü gibi ülkemizin yüksek dış bağımlılıktan kurtulması için tüketim odaklı politikalardan çok tasarruf ve verimlilik politikalarına önem vermesi gerekmektedir. Yapılan hesaplamalarda ülkemiz, binalarda %30, sanayide %20, ulaşımda %10 tasarruf potansiyeline sahiptir ve bu potansiyel halen kullanılmamaktadır. Dış bağımlılıktan kurtulmanın diğer ve en az önceki kadar önemli araçlarından birisi de yerli kaynakların kullanımının artırılmasıdır. Bu anlamda kömür yerli kaynaklar arasında özel bir öneme sahiptir. Ülkemizde mevcut kömür rezervleri gerektiği kadar işletilemediği gibi gerektiği kadar rezerv araştırma çalışmaları da yapılmamaktadır. Kömür konusunda Ar-Ge çalışmalarının artırılması ile birlikte kömürden daha verimli ve daha temiz faydalanılmasının önü açılabilir. Böylece hem dışa bağımlılık azaltılabilir, hem enerji girdi maliyetleri düşürülebilir hem de kömürün üretilmesinden Ar-Ge çalışmalarına doğrudan ve dolaylı olarak önemli istihdam imkânları sağlanabilir. Diğer yerli kaynaklar olarak yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve bu konuda da Ar-Ge ve teknoloji gelişimiyle maliyet, istihdam ve dış bağımlılık konularında ilerleme sağlanabilir.

Enerji konusu; temel insan gereksinimlerinin karşılanabilmesi, üretim faaliyetlerinin devam ettirilmesi, uluslararası ilişkiler ve dış politika ile doğrudan ilişkili çok boyutlu bir alandır. Sonuç olarak; tüketim odaklı anlayışın terk edildiği, tasarruf ve verimliliğin ön plana alındığı, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve kullanılmasının desteklendiği,



birincil enerji kaynaklarının aranması, bulunması, geliştirilmesi çabalarının yoğunlaştırıldığı, mevcut birincil enerji kaynağımız olan kömürün temel enerji kaynaklarımızdan biri olarak yeterince değerlendirildiği yeni bir enerji politikası acil bir gereksinimdir.

Raporun meslektaşlarımıza ve sektör temsilcilerine yararlı olacağına inancıyla, bu raporun hazırlanmasında büyük emekleri olan Sayın Mehmet GÜLER'e ve Enerji Çalışma Grubu üyelerimize çok teşekkür ederiz.

Ağustos 2015, Ankara

YÖNETİM KURULU

İÇİNDEKİLER

SEMBOLLER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER	ix
ÇİZELGELER	xi
ÖNSÖZ	xiii
GİRİŞ	15
1 DÜNYADA ENERJİ	20
1.1 Dünyada Genel Enerji	20
2 DÜNYADA KÖMÜR	28
2.1 Kömürün Yapısı	28
2.2 Kömürleşme	28
2.3 Kömürün Sınıflandırılması	30
3 REZERVLER	33
4 DÜNYADA KÖMÜRÜN ÜRETİMİ, TÜKETİMİ VE TİCARETİ	38
4.1 Dünya Kömür Üretimi	38
4.2 Dünya Kömür Tüketimi	42
4.3 Dünya Kömür Ticareti	49
5 TÜRKİYE ENERJİYE GENEL BİR BAKIŞ	58
5.1 Birincil Enerji Üretimi	58
5.2 Birincil Enerji Tüketimi	61
5.3 Nihai Enerji Tüketimi	67
6 TÜRKİYE'DE KÖMÜR	76
6.1 Batı Karadeniz'in Petrografisi	76
6.1.1 Zonguldak Bölgesi'nin Petrografisi	77
6.2 Linyit Petrografisi	78
6.3 Kömür Rezervleri	80
7 DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ	100
7.1 Elektrik Enerjisine Küresel Bakış	100
7.2 Türkiye'de Elektrik Enerjisinin Gelişimi	105
8 TEMİZ KÖMÜR TEKNOLOJİLERİ	109
8.1 Kömür Hazırlama ve İyileştirme Teknolojileri	110
8.2 Emisyon Kontrol Teknolojileri	111

8.2.1 Toz Tutucular	112
8.2.2 SO _x Kontrol Sistemleri	113
8.2.3 NO _x Kontrol Sistemleri	115
8.2.4 Bileşik SO _x -NO _x Kontrol Sistemleri	116
8.3 Verimli Yakma Teknolojileri	116
8.3.1 Akışkan Yataklı Yakma Teknolojileri	116
8.3.2 Süper Kritik Kazan Teknolojileri	119
8.4 Karbon Tutma ve Depolama	120
8.4.1 Karbon Tutma	121
8.4.2 Karbon Taşıma	121
8.4.3 Karbon Depolama	122
8.5 Kömür Gazlaştırma ve Sıvılaştırma	122
8.5.1 Kömür Gazlaştırma	122
8.5.2 Kömür Sıvılaştırma	123
SONSÖZ	124
KAYNAKLAR	128

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AEATS	Afşin Elbistan A Termik Santralı
AEBTS	Afşin Elbistan B Termik Santralı
AID	Alt Isıl Değer
ASTM	American Society for Testing Materials
BGR	Almanya Federal Yerbilimleri ve Doğal Kaynaklar Enstitüsü (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) (Federal Institute for Geosciences and Natural Resources)
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EÜAŞ	Elektrik Üretim A.Ş. Genel Müdürlüğü
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
IGCC	Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim
JIS	Japon Standartları Birliği (Japanese Standards Association)
MİGEM	Maden İşleri Genel Müdürlüğü
MMO	TMMOB Maden Mühendisleri Odası
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
NET	Nihai Enerji Tüketimi (Total Final Consumption)
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Cooperation and Development)
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü
TPES	Toplam Birincil Enerji Arzı (Total Primary Energy Supply)
TTK	Türkiye Taşkömürü Kurumu
UEA	Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)
UN ECE	Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (United Nations Economic Commission for Europe)

BİRİMLER

Btep	bin ton petrol eşdeğeri
Bton	bin ton
Gj	Gigajul
GW	Gigavat
GWh	Gigavat hour
kcal	kilokalori
kcal/kg	kilokalori/kilogram
kcal/kWh	kilokalori/kilovat saat
kg/kcal	kilogram/kilokalori
kJ/kg	kilojul/kilogram
Mtep	milyon ton petrol eşdeğeri
Mton	milyon ton
kWh	kilovat saat
m ³	metre küp
10 ⁶ m ³	milyon metre küp
MW	Megavat
tep	ton petrol eşdeğeri
TJ	Terajul
TW	Teravat
TWh	Teravat saat

ŞEKİLLER

Şekil 1: OECD ülkelerinin küresel nüfus ve küresel gelirdeki (2005 yılı ABD Doları) payı	16
Şekil 2: Kömürün oluşumu	29
Şekil 3: Önemli kömür yatakları ve havzaları	30
Şekil 4: Yaygın olarak kullanılan sınıflandırma sistemleri	31
Şekil 5: Oluşum ve kullanım aşamasına göre kömürler	33
Şekil 6: 2013 yılı sonu itibariyle dünya taşkömürü rezervleri (Kaynak BGR)	37
Şekil 7: 2012 yılı sonu itibariyle dünya linyit rezervleri (Kaynak BGR)	37
Şekil 8: Bölgeler itibariyle şlam dahil taşkömürü üretim büyüme hızları (Kaynak UEA)	38
Şekil 9: Bölgeler itibariyle şlam dahil kahverengi kömür üretim büyüme hızları (Kaynak UEA)	42
Şekil 10: Yıllar itibariyle denizasıırı kömür taşımacılığı (Kaynak IEA-Coal 2013)	49
Şekil 11: Dünya kömür ihracatı (Mton)	50
Şekil 12: Üretimin talebi karşılama oranı	58
Şekil 13: Kaynak bazında birincil enerji tüketimi ve büyüme oranı	62
Şekil 14: Birincil enerji tüketimi (TPES) ve nihai enerji tüketimi (TFC) büyüme oranları .	68
Şekil 15: Batı Karadeniz Bölgesi'nin petrografisi (Kavuşan JEM408 4/28)	76
Şekil 16: Zonguldak Kömür Havzası'nın petrografisi	77
Şekil 17: Koklaşabilir özelliklerine göre Zonguldak Havzası kömür rezervleri	80
Şekil 18: Türkiye linyitlerinin ısı (kcal/kg) dağılımı (%)	82
Şekil 19: Türkiye'nin yeni kömür sahaları ve rezervleri (Kaynak: MTA Faaliyet Raporu 2013)	83
Şekil 20: Afşin-Elbistan Havzası (Kaynak: EÜAŞ 2013 Faaliyet Raporu)	86
Şekil 21: Türkiye'nin yıllar itibariyle taşkömürü üretimi (Bton)	88
Şekil 22: Çimento sektörünün tükettiği yakıtların oranı (%) ve klinker üretimi (Mton)	89
Şekil 23: Yıllar itibariyle linyit ve hidrolik kaynaklı elektrik enerjisi üretimleri	90
Şekil 24: Tesis tipine ve statüsüne göre dünya elektrik enerjisi üretimi (GWh)	100
Şekil 25: Bölgelere göre dünya elektrik enerjisi üretimi (GWh)	101
Şekil 26: Elektrik enerjisi üretiminde kömürün payı (Kaynak: UEA)	102
Şekil 27: Kaynak bazında elektrik üretiminin payı ve büyüme hızı	106
Şekil 28: Kurulu gücün kaynak bazında ve yıllar itibariyle dağılımı	107
Şekil 29: Elektrostatik toz tutucu çalışma prensibi şeması	112



Şekil 30: Kireç /kireçtaşı kullanan BGD tesisi akım şeması	114
Şekil 31: Sabit, kabarcıklı ve akışkan yatak prensipleri	117
Şekil 32: Basıncılı akışkan yatak şeması	119
Şekil 33: Kritik altı ve kritik üstü kazan teknolojilerinin akım şeması	120
Şekil 34: Karbondioksit tutma ve depolama aşamaları	120
Şekil 35: Küresel bazda ekonomik büyüme, enerji ve elektrik enerjisi büyüme hızları	124
Şekil 36: Türkiye 'de ekonomik büyüme, enerji ve elektrik enerjisi büyüme hızları	125

ÇİZELGELER

Çizelge 1: Bazı temel göstergeler.....	17
Çizelge 2: Kaynaklar itibariyle dünya birincil enerji tüketimi (Mtep) ve büyüme hızları (%).....	21
Çizelge 3: Bölgesel bazda dünya birincil enerji tüketimi (Btep).....	22
Çizelge 4: Kaynaklar itibariyle dünya nihai enerji tüketimi (Mtep) ve büyüme hızları (%).....	24
Çizelge 5: Bölgesel bazda dünya nihai enerji tüketimi (Mtep).....	25
Çizelge 6: Dünya enerji dengesi (Mtep).....	26
Çizelge 7: Dünya enerji dengesi büyüme hızları (%).....	27
Çizelge 8: 2013 yılı itibariyle dünya görünür kömür rezervleri (Mton).....	35
Çizelge 9: 2009 yılı itibariyle dünya tahmini kömür rezervleri (Mton).....	36
Çizelge 10: Şlam dahil dünya taşkömürü üretimi (Mton) ve büyüme oranları (%).....	40
Çizelge 11: Şlam dahil dünya kahverengi kömür üretimi (Mton) ve büyüme oranları (%).....	41
Çizelge 12: Küresel Kömür Tüketimi (mtce).....	43
Çizelge 13: Dünya taşkömürü tüketimi ve önemli tüketici ülkeler (Mton).....	45
Çizelge 14: Dünya kahverengi kömür tüketimi ve önemli tüketici ülkeler (Mton).....	46
Çizelge 15: Dünya taşkömürü dengesi (Mton).....	47
Çizelge 16: Dünya kahverengi kömür dengesi (Mton).....	48
Çizelge 17: Dünya kömür ticareti (Mton).....	51
Çizelge 18: Dünya taşkömürü ihracatı (Bton).....	53
Çizelge 19: Dünya kahverengi kömür ihracatı (Bton).....	55
Çizelge 20: Dünya taşkömürü ithalatı.....	56
Çizelge 21: Yıllar itibariyle kaynak bazında birincil enerji üretimi (orjinal bazda).....	59
Çizelge 22: Yıllar itibariyle kaynak bazında birincil enerji üretimi (Btep).....	60
Çizelge 23: Kaynaklar itibariyle birincil enerji tüketimi (orjinal bazda).....	63
Çizelge 24: Kaynaklar itibariyle birincil enerji tüketimi (Btep).....	65
Çizelge 25: Kaynak bazında nihai enerji tüketimi (orjinal birimler).....	69
Çizelge 26: Kaynak bazında nihai enerji tüketimi (Btep).....	71
Çizelge 27: Türkiye genel enerji denge tablosu (Btep).....	74
Çizelge 28: Türkiye genel enerjisi büyüme hızları (%).....	75
Çizelge 29: Önemli linyit kaynaklarının jeolojik yaş, kömür tipi ve çevre.....	79
Çizelge 30: 2010 yılı sonu itibariyle Türkiye taşkömürü rezervleri.....	81

<i>Çizelge 31: Lavvarlar bazında üretilen satılabilir taşkömürlerinin özellikleri.....</i>	<i>81</i>
<i>Çizelge 32: Türkiye linyit rezervleri ve kimyasal özellikleri.....</i>	<i>85</i>
<i>Çizelge 33: Yıllar itibarıyla TTK çalışan sayısı.....</i>	<i>87</i>
<i>Çizelge 34: Kokluk kömür ve kok tüketimi ile entegre tesislerden ham çelik üretimi ve yıllık bileşik büyüme oranları.....</i>	<i>89</i>
<i>Çizelge 35: Türkiye taşkömürü dengesi (Bton).....</i>	<i>92</i>
<i>Çizelge 36: Türkiye taşkömürü dengesi (Btep).....</i>	<i>94</i>
<i>Çizelge 37: Türkiye linyit dengesi (Bton).....</i>	<i>96</i>
<i>Çizelge 38: Türkiye linyit dengesi (Btep).....</i>	<i>98</i>
<i>Çizelge 39: 2012 yılı dünya elektrik enerjisi tüketimi ile GSYİH karşılaştırması.....</i>	<i>103</i>
<i>Çizelge 40: Küresel elektrik enerjisi dengesi (TWh) ve büyüme hızları (%).....</i>	<i>104</i>
<i>Çizelge 41: Türkiye elektrik enerjisi üretimi (GWh).....</i>	<i>105</i>
<i>Çizelge 42: Türkiye elektrik enerjisi dengesi (GWh).....</i>	<i>108</i>
<i>Çizelge 43: Büyüme Hızları (%).....</i>	<i>126</i>

ÖNSÖZ

Ekonomisi giderek büyüyen Türkiye'nin, buna paralel olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Ancak ülke kaynaklarının kısıtlı olması nedeniyle, yerli üretimin talebi karşılama oranı da giderek azalmaktadır. Bunun bir başka yansıması ise dış ticaret açığında ortaya çıkmakta, ülkenin ithal kaynaklara ödediği döviz miktarı ile birlikte dış ticaret açığı da giderek daha fazla derinleşmektedir. 2003 yılında enerji ithalatına cari fiyatlarla 11,6 milyar ABD Doları ödeyen Türkiye, 2014 yılına geldiğinde yaklaşık 55 milyar ABD Doları ödemiştir¹. Aynı yıllarda ihracatını yaklaşık 1 milyar ABD Doları'ndan 6,1 milyar ABD Doları'na çıkaran Türkiye'nin enerji bazlı dış ticaret açığı da 10,5 milyar ABD Doları'ndan 48,8 milyar ABD Doları'na çıkmıştır. Bir başka deyişle enerjinin dış ticaret açığındaki payı %60'a yaklaşmıştır.

Dolayısıyla var olan kaynakların en verimli bir şekilde kullanılarak ekonomiye kazandırılması hem arz güvenirliliği hem de dış ticaret açığının azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır. Yapılan çeşitli çalışmalar, yerli kömürlerimizin kullanılması durumunda, 18 bin MW ile 25 bin MW arasında ilave bir kurulu kapasiteye sahip olunabileceğini göstermektedir. Ayrıca yerli linyit kaynaklarının ekonomiye kazandırılması ile birlikte, dış ticaret açığında yaklaşık 10 milyar Dolar düşüş sağlanması mümkün görünmektedir. Madencilik ve elektrik sektörüne yapılacak yatırımlarla birlikte yaratılacak doğrudan ve dolaylı istihdamın ekonomiye kazandıracağı ilave katkı da göz önüne alındığında yerli kaynaklarımızın önemi daha iyi anlaşılabilmektedir.

Enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması ise doğru bir havza planlamasından geçmektedir. Sağlıklı bir istatistiki alt yapı olmadan gerçekçi bir planlama yapmak mümkün değildir.

Ayrıca rezervlerin tanımlanmasında uluslararası rezerv sınıflandırma sistemleri ile uyum içinde olunması durumunda, rezervlerimizin jeolojik bilgilerin dışında proje ya da fizibilite bilgilerine dayalı olarak değerlendirilmesi sağlanarak daha gerçekçi enerji ve madencilik stratejilerinin oluşturulmasının önü açılacaktır.

Bu açıdan, özellikle linyit kömürleri açısından önemli rezervlere sahip ülkenin bu kaynaklarının bir bütünlük içinde değerlendirildiği istatistiki bilgileri içeren Enerji Raporu ilk defa Şubat 2013 tarihinde yayınlanmıştır. Ancak istatistiki bilgiler açısından yoğun olan bu tür raporların dönemsel olarak güncellenmesi ve kullanıcıların hizmetine sunulması gerekmektedir. Enerji Raporu Temmuz 2015 bu amaçla hazırlanarak kullanıcıların hizmetine sunulmaktadır.

Çalışmada bütünlük olması açısından, enerji ile ilgili bütün genel veriler ülkemizin de üyesi olduğu Uluslararası Enerji Ajansı'ndan (UEA) alınırken, Türkiye ile ilgili veriler Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayınlanan Genel Enerji Denge Tablolarından alınmıştır. Uluslararası rezerv verileri ise, UEA tarafından da kaynak olarak gösterilen Almanya Federal Yerbilimleri ve Doğal Kaynaklar Enstitüsü tarafından yapılan en son çalışmalardan alınmıştır. Ülke verileri ile UEA verilerinin uyumadığı durumlarda, uluslararası karşılaştırmalar yapılırken UEA verileri, ülke verileri değerlendirilirken ise ülke verileri kullanılmıştır.

Gerek Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesinde oluşturulan "Genel Enerji Denge Tab-

1 Kaynak TÜİK



lolarında” gerekse uluslararası istatistiklerde, üretim miktarları tüvenan üretim olarak değil, satılabilir bazda rapor edilmektedir. Dolayısı ile çalışmada da tüm üretim verileri satılabilir olarak verilmiştir.

Kitabın hem bilimsel çalışma yapanlara, hem de sektör çalışanlarına bir kaynak olması hedeflendiğinden, gereksiz polemiklerden ve tartışmalardan kaçınılarak, veriler yalnızca bir istatistikî bakış açısı ile yorumlanmaya çalışılmıştır.

Saygılarımızla

TMMOB

Maden Mühendisleri Odası

Enerji Çalışma Grubu

GİRİŞ

Uluslararası Enerji Ajansı (UEA) verilerine göre, 1971 yılında 5.650 Mtep olan dünya birincil enerji üretimi yıllık ortalama %2,14 artış hızıyla 2012 yılında 13.461 Mtep olarak gerçekleşmiştir. 1980'li yılların ilk çeyreğinden sonra ilk defa 2009 yılında bir düşüş yaşanmıştır. 2010 yılındaki toparlanmadan sonraki iki yılda ise artış hızı %4,61'den önce %2,77'ye sonra da %1,85'e düşmüştür. Benzer durum küresel gayri safi yurtiçi hasıladada da (GSYİH) yaşanmıştır. 2009 yılında %2 azalan küresel gelir, 2010 yılında 6 puan artarak %4 olarak gerçekleşmiş ancak sonrasında bir benzer yavaşlama (%2,8 ve %2,4) ile 2012 yılında 2005 yılı ABD doları fiyatlarıyla 54.588 trilyon dolar olarak kaydedilmiştir. Bu durum son yıllarda yaşanan küresel krizin hala devam ettiğinin de bir göstergesi niteliğindedir.

70'li yıllarda %60'a %40 oranlarında OECD üyesi ülkeler lehine olan tüketim dengesi özellikle 20'li yılların ikinci yarısından itibaren %70'e %30 oranında OECD dışı ülkeler lehine dönmüştür. Küresel gelir söz konusu olduğunda ise OECD üyesi ülkelerin üstünlüğü açık bir şekilde görülmekle birlikte payının son on yılda %80'lerden %70'lere düşmesi Uzak Doğu'da özellikle Çin'den kaynaklanan gelişmenin önemli bir göstergesidir.

Aynı dönem (1971-2012) içindeki nihai enerji tüketimi de, yıllık ortalama %1,84 artarak 4.253 Mtep'ten 8.979 Mtep'e ulaşmıştır. Bölgesel olarak bakıldığında, 2000'li yılların ikinci yarısında OECD ülkelerini yakalayan OECD dışı ülkeler, 2012 yılı sonu itibarıyla %56'lık bir tüketim payına ulaşmıştır.

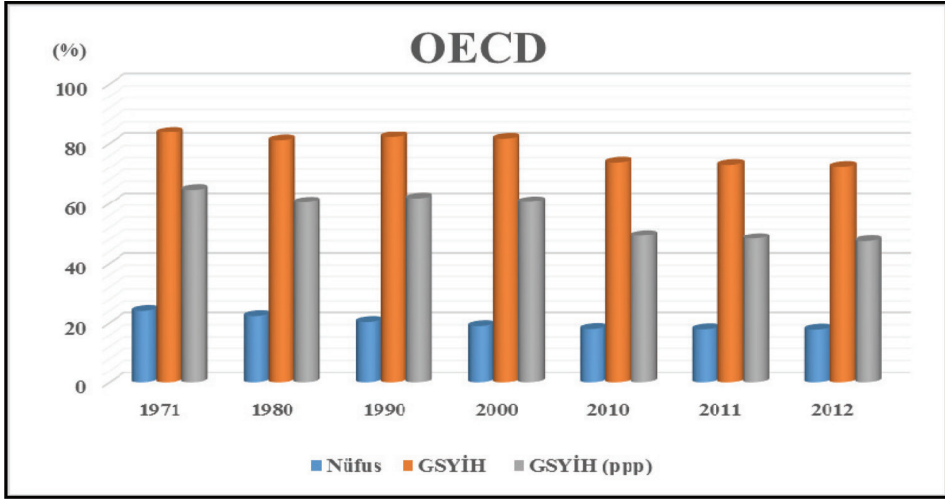
Dünya nüfusunun yaklaşık beşte birini oluşturan OECD ülkeleri küresel gelirin dörtte üçüne sahiptir (1971 yılında beşte dört). Satın alma paritesine göre iki grubun gelirleri arasında bir denge oluşsa da, nüfus göz önüne alındığında gelir dağılımındaki adaletsizlik OECD ülkeleri lehine devam etmektedir. (Şekil 1)

1971 yılında 5.267 TWh olan dünya elektrik enerjisi üretimi, yıllık ortalama %3,6 artışla 2012 yılı sonu itibarıyla 22.752 TWh'e ulaşmıştır. 1971 yılında küresel elektrik enerjisi üretiminin %73'ü OECD üyesi ülkeler tarafından karşılanırken, bu oran 2012 yılına gelindiğinde %48'e kadar gerilemiştir.

2012 sonu itibarıyla, dünyanın en zengin, bir başka deyişle küresel gelirin² %57'ini gerçekleştiren beş ülke (ABD, Çin Halk Cumhuriyeti, Japonya, Almanya, ve Birleşik Krallık), arza sunulan elektriğin yarısını tüketmektedir. Eğer bu beş ülkeye ikinci bir beş ülke eklersek (Fransa, İtalya, Hindistan, Kanada ve İspanya), küresel gelirin %74'ünü ve toplam tüketilen elektriğin %62'sini bu on ülkenin oluşturduğu görülmektedir.

Kişi başına birincil enerji tüketimine bakıldığında, gelişmiş ülkelerle dünyanın geri kalan arasındaki fark 1970'li yıllara göre biraz kapansa da, günümüzde belirgin bir şekilde devam etmektedir. (Çizelge 1) Bu fark kişi başına elektrik tüketiminde çok daha fazla ortaya çıkmaktadır. Gelişmiş ülkeler dünyanın geri kalanına göre dört kat daha fazla elektrik tüketmektedirler. Dünyada 1,5 milyar kişinin elektriğe henüz ulaşamadığı da göz önüne alınırsa, bu farkın gelişmemiş ülkeler yönünden vahameti kolaylıkla anlaşılabilir. Son dönemlerde farkın kapanmasının nedeni yine büyük ölçüde Asya'dan kaynaklanmaktadır.

2 GSYİH (2005 ABD Doları)



Şekil 1: OECD ülkelerinin küresel nüfus ve küresel gelirdeki (2005 yılı ABD Doları) payı³

1971-2012 arasındaki dönemde, dünyanın enerji yoğunluğu 2005 yılı fiyatlarıyla, 0,34 Btep/ABD Dolarından 0,25 Btep/ABD Dolarına inmiştir. Ancak enerji yoğunluğundaki azalış OECD ülkelerinde %46 iken, OECD dışı ülkelerde %30'larda (Bu da daha çok Çin ve Hindistan'ın başını çektiği Asya'dan kaynaklanmaktadır) kalmıştır. Bir başka açıdan, OECD dışı ülkeleri aynı geliri elde etmek için OECD ülkelerine göre yaklaşık dört kat daha fazla enerji harcamaktadır.

Türkiye'nin birincil enerji üretimi 1970-2013 arasında iki kattan fazla artmasına rağmen, toplam birincil enerji tüketiminin altı kattan daha fazla artmasından dolayı ihtiyacını kendi kaynakları ile karşılama oranı giderek azalmıştır. 2013 yılında Türkiye birincil enerji tüketiminin ancak %27'sini kendi kaynakları ile karşılayabilmiştir. Üretimde payını giderek artıran linyit %44 ile ilk sırada yer alırken petrolün ve taşkömürünün payı giderek azalmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde ise, odun ile hayvan ve bitki artıklarının oranı düşerken diğerlerinin payı artmıştır.

Konut ve hizmetler ile sanayi sektörleri 2013 yılı nihai tüketimin yaklaşık üçte ikisinden ve hemen hemen eşit paylarla sorumludurlar. Dörtte biri ise ulaştırma sektörü tarafından tüketilmiştir.

Kaynak bazında bakıldığında ise, taşkömürünün payı dönem içerisinde giderek düşse de, özellikle son on yılda giderek artan ithalatın da etkisiyle %10'lara kadar çıksa da 2013 yılında %7 olarak kaydedilmiştir. Linyitte 2000'li yılların ikinci yarısında görülen canlanma son yıllarda etkisini yitirmiş görünmektedir. Doğal gazda 2007 ve 2008 yıllarında görülen düşüşlerden sonra tekrar %20'ler düzeyine gelirken, 90'lı yılların ilk çeyreğinde nihai tüketimin yarısına yakınına oluşturan petrolün payı %35'ler civarında seyrederek hale gelmiştir. Gelişmişliğin önemli bir göstergesi olan elektrik ise nihai tüketimdeki payını %18'in üzerine çıkarabilmiştir.

3 ppp: Satın Alma Paritesi (power purchasing parity)

Çizelge 1: Bazı temel göstergeler

	1971	1980	1990	2000	2010	2011	2012
Kişi Başına Birincil Enerji Tüketimi (Btep/kişi)							
Dünya	1.470	1.626	1.665	1.654	1.875	1.887	1.900
OECD	3.755	4.131	4.227	4.584	4.357	4.252	4.185
OECD Dışı	696	860	965	914	1.265	1.307	1.344
Türkiye	540	708	956	1.182	1.442	1.517	1.561
Kişi Başı Elektrik Tüketimi (kWh/kişi)							
Dünya	1.288	1.719	2.062	2.322	2.881	2.941	2.972
OECD	3.954	5.342	6.640	7.947	8.284	8.181	8.089
OECD Dışı	451	685	897	1.007	1.693	1.797	1.862
Türkiye	243	490	910	1.627	2.469	2.677	2.760
Elektrik Enerjisi Yoğunluğu (kWh/2005 Yılı 1000 ABD Doları)							
Dünya	0,30	0,34	0,36	0,35	0,38	0,38	0,38
OECD	0,26	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26
OECD Dışı	0,49	0,55	0,69	0,67	0,70	0,71	0,71
Türkiye	0,08	0,13	0,19	0,27	0,32	0,32	0,33
Enerji Yoğunluğu (tep/ 2005 Yılı 1000 ABD Doları)							
Dünya	0,34	0,32	0,29	0,25	0,25	0,25	0,25
OECD	0,25	0,22	0,18	0,16	0,14	0,14	0,13
OECD Dışı	0,75	0,69	0,74	0,61	0,53	0,52	0,52
Türkiye	0,17	0,19	0,20	0,20	0,19	0,18	0,19
Enerji Yoğunluğu (tep/2000Yılı 1000 ABD Doları_{ppp})							
Dünya	0,27	0,24	0,22	0,19	0,17	0,16	0,16
OECD	0,26	0,23	0,19	0,17	0,14	0,14	0,13
OECD Dışı	0,28	0,25	0,27	0,22	0,18	0,18	0,18
Türkiye	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12

1940 yılında yalnızca 397 kWh olan elektrik enerjisi üretimi 2013 yılında 240 TWh olarak gerçekleşmiştir. Elektrik enerjisi üretiminde kömürün payı gerilerken yerini hızla doğal gaz almıştır. Ancak yağışlı geçen sezonlarda hidrolik santrallerin kömür santrallerini ikame etmesi yüzünden, kömürün payındaki dönemsel düşüş veya artışlar ülkenin yağış rejimi göz önüne alınarak incelenmelidir.

Türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminde giderek doğal gaza bağımlı olması arz güvenliği açısından önemli bir sorun oluşturmaktadır. Özellikle 1990'lı yılların ikinci yarısında arz güvenliği tehlikesiyle devreye alınan doğal gaz santralleri, daha sonrasında kolay erişilebilir olması, diğer fosil yakıtlara göre daha temiz olması, kısa sürede devreye alınabilmeleri ve yine kısa sürede geri kazanımları gibi avantajları nedeniyle giderek artmıştır. 2009 yılında toplam elekt-

rik enerjisi üretiminin yarısı doğal gazdan karşılanırken, sonrasında devreye giren ithal kömür santralleri ve rüzgar santrallerinin etkisiyle bu oran %44'ün altına gerilemiştir.

Bir OECD üyesi olan Türkiye'nin kişi başına enerji ve elektrik enerjisi tüketimleri maalesef OECD ortalamasının çok altındadır. Dünyada, gerek OECD ülkelerinde gerekse OECD dışı ülkelerdeki enerji yoğunluğu azalırken Türkiye'de hemen hemen aynı kalmıştır. Bu durum gelişmekte olan bir ülke için kabul edilebilir olmamakla birlikte, diğer yandan ülkenin tasarruf potansiyeli açısından olumlu görülebilir. (Çizelge 1) Nitekim farklı dönemlerde yapılan enerji talep senaryosu çalışmaları da en iyi senaryonun talep taraflı yönetim yani tasarruf senaryosu olduğuna işaret etmektedir.

Almanya Federal Yerbilimleri ve Doğal Kaynaklar Enstitüsü (BGR) tarafından yapılan en son çalışmalar göre, 2012 yılı sonu itibariyle toplam görünür kömür rezervleri 1.052 milyar ton olup, bunun 283 milyar ton'unu linyit rezervleri oluşturmaktadır. Amerika ve Çin toplam görünür taşkömürü rezervlerinin, Rusya ve Avustralya ise görünür linyit rezervlerinin yarısını elinde bulundurmaktadır.

Türkiye'de ise tam tersi bir durum söz konusudur. Taşkömürü, Batı Karadeniz'de ve yalnızca Zonguldak ili ve civarında bulunurken, linyit hemen her yörede bulunmaktadır. Havza'da bugüne kadar yapılan rezerv arama çalışmalarında 1,3 milyar ton taşkömürü rezervi saptanmış olup, bunun %40'ı görünür rezerv olarak kabul edilmektedir. Jeolojik olarak oldukça genç olan ve genelde düşük ısı değeri ve yüksek nem içeren linyitlerimizin çoğu tüm dünyada da olduğu gibi elektrik üretiminde kullanılmaktadır. 2010 yılı itibariyle toplam linyit rezervlerimiz ise, 11,8 milyar ton olup, bunun 10,8 milyar ton'u görünür olarak kabul edilmektedir. MTA tarafından sürdürülen çalışmalara göre, toplam rezervin 0,7 milyar ton daha artması beklenmektedir.

Dünyada taşkömürünün ticareti yaygın olarak yapılmaktadır. Buna karşın, düşük kalorili olması, bünyesinde yüksek oranlarda nem, kül, kükürt bulundurması gibi nedenlerden dolayı linyitin hemen hemen tamamı bulunduğu yerde daha çok elektrik enerjisi üretmek amacıyla kullanılmaktadır.

Tüm dünyada yaygın olarak alınıp satılmakta olan kömür, çok uzak piyasalara dahi deniz yoluyla taşınabilmektedir. Son yirmi yıla bakıldığında, buhar kömürlerinin deniz yolu ile taşımacılığı her yıl ortalama %7,5 artarken, koklaşabilir kömürlerde %2,5 oranında artmaktadır. Ticarete konu olan kömürün beşte üçünü diğer bitümlü kömür, beşte birini ise kok kömürü oluşturmaktadır.

1970'li yıllarda toplam taşkömürü üretiminin yarıdan fazlasını gerçekleştiren OECD üyesi ülkeler, zaman içerisinde bu üstünlüklerini OECD dışı ülkelere bırakmak zorunda kalmıştır. Özellikle Çin'in son on yılda (2003-2013) üretimde gerçekleştirdiği ortalama %5'lik artış, OECD ülkelerinin üretimdeki payının %15'lere düşmesinde ana etken olmuştur.

Taşkömürünün aksine linyitin %67'si OECD üyesi ülkeler tarafından gerçekleştirilmektedir. Türkiye 2013 yılında gerçekleştirdiği üretimle dünya sıralamasında yedinci sırada yer almıştır.

Kömür dünyada pek çok yerde ve rekabete açık bir şekilde bulunmasına rağmen, dörtte üçünden fazlası Çin, ABD, Hindistan, Rusya Federasyonu ve Japonya'dan oluşan beş ülke tarafından tüketilmektedir. Eğer bu listeye ikinci bir beş ülke olan Güney Afrika, Almanya, Güney

Kore, Polonya ve Avustralya'yı eklersek, bu on ülke dünya kömür tüketiminin %86'sını oluşturmaktadır. Küresel ölçekte her alanda görülen dengesiz dağılım, söz konusu kömür olunca da farklıdır.

Günümüze, dünyada üretilen kömürün %65'i elektrik ve ısı üretiminde kullanılmaktadır. Bu oran taşkömüründe %60'larda kalırken kahverengi kömürlerde %90 civarındadır. Ayrıca üretilen taşkömürünün yaklaşık %14'ü kok fabrikalarında kullanılmaktadır.

Türkiye'nin yalnızca Zonguldak Havzası'nda gerçekleştirilen taşkömürü üretimi ise yıllar itibarıyla giderek azalmış, ancak son on yılda redevans uygulamalarının da etkisiyle tekrar toparlanmış, hatta 2009 yılında 90'lı yılların ilk çeyreğindeki üretime ulaşmış, ancak sonrasında tekrar düşüşe geçerek 2 Mton'un altına inmiştir. Bunda redevans üretiminin 2013 yılında hemen hemen yarıya inmesinin rolü büyüktür. Buna rağmen ülkenin artan talebini karşılamada çok yetersiz kaldığından ithalat da giderek artış göstermiştir.

Ülkede taşkömürü elektrik enerjisi üretimi ve kok kömürü üretimi dışında, çimento üretim tesisleri başta olmak üzere sanayi sektöründe ve ısınma amaçlı olarak kullanılmaktadır.

Linyit ise, dünyanın diğer bölgelerinde olduğu gibi, büyük oranda elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi üretiminde kullanılan linyitin toplam linyit tüketimi içindeki payı 2013 yılında %85 (tep cinsinden %70) olarak gerçekleşmiştir.

1 DÜNYADA ENERJİ

1.1 Dünyada Genel Enerji

2009 yılında bir önceki yıla göre %2 azalan küresel gelir, bir başka deyişle gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH); 2010 yılında 6 puan artarak %4 olarak gerçekleşmiş, ancak takip eden iki yılda artış hızı azalarak önce %2,8'e sonra da %2,4'e düşmüş ve 2012 yılında 2005 yılı ABD doları fiyatlarıyla 54.588 trilyon dolar olarak kaydedilmiştir. Küresel gelirden son 40 yılda ilk defa 2009 yılında yaşanan gerileme, krizin ne kadar derin olduğunu açıkça göstermektedir. 2008 yılında başlayan ve 2009 yılında derinleşen küresel krizden 2010 yılında çıkıldığı sanılırken 2011 ve 2012 yıllarında yaşanan durağanlık krizin etkilerinin hala sürdüğünü göstermektedir. Bölgesel açıdan bakıldığında ise, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) üyesi ülkelerin toplam gelirlerinin azalırken, OECD dışı ülkelerin toplam gelirlerinin artış hızında bir gerileme olduğu görülmektedir⁴.

Uluslararası Enerji Ajansı (UEA) verilerine göre, 1971 yılında 5.650 Mtep olan dünya birincil enerji üretimi yıllık ortalama %2,14 artış hızıyla 2012 yılında 13.461 Mtep olarak gerçekleşmiştir. 1980'li yılların ilk çeyreğinden sonra ilk defa 2009 yılında bir düşüş yaşanmıştır. 2010 yılındaki toparlanmadan sonraki iki yılda ise artış hızı %4,61'den önce %2,77'ye sonra da %1,85'e düşmüştür.

Küresel bazda bakıldığında toplam birincil enerji üretimi ile toplam birincil enerji tüketimi arasındaki fark %1'ler civarında olup, stoklardaki değişimden ve normalde eşit olması gereken toplam ihracat ile toplam ithalat arasındaki farktan kaynaklanmaktadır.⁵

Dünya birincil enerji tüketimi son on yıllık dönemde (2002-2012) yıllık ortalama %2,58 artarak 2012 yılında 13.371 Mtep 'e ulaşmıştır. Söz konusu dönemin başındaki ve sonunda yaşanan küresel krizlere rağmen, bu ortalama yıllık artış hızı 1970-1980 döneminde yaşanan %3'lük ortalamadan sonraki en yüksek değer olarak kayda geçecektir. Ancak bunun ana nedeninin Uzak Doğu'da yaşanan ekonomik gelişmelerden kaynaklandığını söylemek yanlış olmayacaktır.

Kaynak bazında incelendiğinde, kömür ve kömür ürünlerinin toplam birincil enerji tüketimi içerisindeki payı, 1970'den günümüze kadar çok az artış göstererek %29'a ulaşmıştır. 1971'de payı %16 olan doğal gaz, toplamdaki payını 1990 yılından sonra %19'a çıkarmış, sonraki on yılda %1 daha artırmış ve bu seviyede devam ettirmiştir. 1971 yılında %43 ile toplam tüketimde önemli bir yer tutan petrolün payı giderek azalmış, günümüzde %29'a kadar düşmüştür. Yenilenebilir enerji kaynakları her ne kadar miktar olarak artsa da, söz konusu dönemde toplamdaki payı değişmemiştir. (Çizelge 2)

Bölgesel olarak bakıldığında ise; 1971 yılında %61 ile ilk sırada yer alan OECD'nin payı giderek azalarak, 2012 yılına gelindiğinde ise %39'a gerilemiştir. Son 40 yıllık döneme bakıldığında, Çin ve ABD toplam küresel tüketimin yaklaşık %40'ını oluşturmuştur. Ancak, ABD'nin

4 Uluslararası Enerji Ajansı (UEA)

5 Enerji ürünleri ya ham petrol, taş kömürü, doğal gaz gibi doğrudan doğal kaynaklardan çıkarılır (ve birincil olarak adlandırılır) ya da birincil ürünlerden üretilirler. Birincil olmayan fakat birincil ürünlerden üretilen bütün enerji ürünleri ikincil ürünler olarak adlandırılır. İkincil enerji, birincil veya ikincil enerjinin dönüştürülmesinden elde edilir. (IEA Energy Statistics Manual)

Çizelge 2: Kaynaklar itibarıyla dünya birincil enerji tüketimi (Mtep) ve büyüme hızları (%)

	1971	1980	1990	2000	2002	2009	2010	2011	2012	1971- 1980	1980- 1990	1990- 2000	2000- 2010	2002- 2012	2011- 2012
Kömür ve Kömür Ürünleri	1.426	1.780	2.218	2.351	2.433	3.337	3.599	3.781	3.871	2,50	2,22	0,58	4,35	4,75	2,38
Turba ve Turba Ürünleri	16	8	7	4	5	4	4	4	4	-8,02	-0,45	-5,59	0,70	-2,42	-11,81
Petrol ve Petrol Ürünleri	2.437	3.101	3.236	3.661	3.738	4.001	4.134	4.136	4.208	2,71	0,41	1,25	1,22	1,19	1,75
Doğal Gaz	895	1.234	1.667	2.073	2.152	2.530	2.737	2.790	2.844	3,63	3,05	2,20	2,82	2,83	1,92
Nükleer	29	186	526	676	694	703	719	674	642	22,99	10,92	2,54	0,62	-0,77	-4,69
Hidrolik	104	148	184	225	226	281	296	302	316	4,02	2,25	2,02	2,76	3,40	4,73
Jeotermal	4	12	34	52	49	63	64	65	67	12,77	10,59	4,37	2,12	3,17	1,74
Güneş/Rüzgar/Diğer	0,04	0,07	2	8	10	39	47	61	75	5,89	41,74	12,83	19,66	21,89	22,64
Biyoyakıtlar ve Atık	617	741	905	1.029	1.050	1.236	1.288	1.314	1.343	2,06	2,02	1,29	2,27	2,49	2,24
Elektrik	0,11	0,68	0,23	0,90	1,07	0,27	0,50	0,35	0,35	22,64	-10,09	14,45	-5,67	-10,57	-1,13
Isı	0,00	0,00	0,14	0,72	0,83	0,93	1,12	1,10	1,10			17,59	4,47	2,90	-0,18
Toplam	5.528	7.211	8.780	10.079	10.359	12.196	12.891	13.129	13.371	3,00	2,15	1,93	2,63	2,61	1,69

Çizelge 3: Bölgesel bazda dünya birincil enerji tüketimi (Btep)

	1971	1980	1990	2000	2002	2009	2010	2011	2012
Dünya	5.527.849	7.210.611	8.780.252	10.079.359	10.359.273	12.195.830	12.890.805	13.128.947	13.371.027
Toplam OECD	3.372.219	4.067.630	4.522.279	5.291.733	5.309.006	5.218.341	5.400.060	5.300.829	5.249.703
Avrupa	1.243.040	1.494.239	1.619.343	1.746.325	1.775.409	1.736.764	1.813.466	1.752.767	1.745.122
Amerika	1.780.499	2.101.200	2.260.128	2.694.825	2.679.070	2.618.843	2.673.816	2.661.414	2.617.346
Asya Okyanusya	348.680	472.191	642.808	850.583	854.527	862.734	912.778	886.649	887.236
Toplam OECD Dışı	1.990.699	2.965.967	4.057.014	4.515.332	4.775.968	6.639.861	7.131.100	7.461.225	7.771.174
Avrupa ve Avrasya	853.949	1.241.126	1.536.902	1.003.130	1.024.098	1.048.716	1.131.185	1.181.958	1.194.151
Amerika	192.180	280.857	331.053	430.353	437.132	545.272	584.130	589.192	611.071
Asya (Çin Hariç)	315.870	455.949	707.864	1.053.860	1.118.213	1.476.399	1.551.283	1.582.128	1.643.665
Orta Doğu	43.243	113.504	210.769	356.412	401.852	595.368	630.728	637.205	680.560
Afrika	190.904	271.561	391.101	496.671	527.475	672.916	693.207	708.666	732.809
Çin (Hong Kong Dahil)	394.553	602.968	879.324	1.174.906	1.267.197	2.301.190	2.540.566	2.762.076	2.908.918
ABD	1.587.470	1.804.678	1.915.051	2.273.344	2.255.944	2.164.818	2.215.393	2.191.149	2.140.618

pastadaki payı giderek azalırken, Çin'in payı artmıştır. ABD'nin toplam OECD içindeki payı %40'larda seyrederken, Asya'daki artışın lokomotifini Çin olmuştur. Dünya petrol ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayan Orta Doğu ise dikkat çeken diğer bir bölgedir. 1970'li yıllarda tüm servetini yöneticileri aracılığıyla Batı'ya ve lüks yaşantıya aktaran Orta Doğu ülkeleri, yeni milenyumda artık kendilerine de yatırım yapmaya başlamış, artan yatırımlar ve ekonomik gelişme ile birlikte enerji tüketimleri de artmaya başlamıştır. Dolayısı ile toplamdaki payları da son otuz yılda %1'den %5'e çıkmıştır. (Çizelge 3)

Birincil enerji tüketimine paralel olarak, yaşlı kürenin 2008 yılında bir önceki yıla göre hemen hemen aynı kalan nihai enerji tüketimi⁶ 2009 yılında %1,2 azalmış, sonraki toparlanma yılı olan 2010'da %5,2 artmış, takip eden iki yılda daha stabil bir artış hızıyla (%1,7 ve %1) 2012 yılında 8.979 Mtep olarak gerçekleşmiştir.

Nihai enerji tüketimi kaynaklar açısından irdelendiğinde; her ne kadar petrol özellikle elektrik enerjisi üretimindeki önemini yitirse de, artan ekonomik gelişmenin özellikle ulaştırma sektöründeki yansımalarından dolayı, ilk sıradaki payını korumayı başarmıştır. Doğal gaz birincil enerji tüketiminde olduğu gibi hemen hemen aynı oranda tüketilmeye devam etmektedir. Geçtiğimiz yüzyılın özellikle son çeyreğinde yaşanan insan kaynaklı sera gazlarının olumsuz etkileri, dünyayı yenilenebilir enerji kaynakları başta olmak üzere alternatif kaynaklara yöneltmiştir. Bu gayretler sonucunda özellikle 90'lı yıllardan sonra, kömürün payı azalırken, başta jeotermal, güneş ve rüzgar olmak üzere yenilenebilir enerji kullanımı büyük bir hız kazanmış ancak küresel talebin karşısında payları oldukça küçük kalmaya devam etmiştir. (Çizelge 4) [1]

Bölgesel bazda incelendiğinde, düşüşün ana nedeninin, 2001 yılından beri 2003 ve 2004 yılları hariç bir geliştirme göstermeyen ve 2010 hariç son beş yılda sürekli gerileme kaydeden OECD ülkeleri olduğu görülmektedir. Özellikle son iki yıla bakıldığında, 2011 yılının Avrupa Birliği (AB-28) için, 2012 yılının ise ABD için ekonomik daralmanın daha şiddetli hissedildiği yıllar olduğunu söylemek çok yanlış olmayacaktır. Son on yıllık trende göre, 2002 yılı itibarıyla OECD ülkelerindeki net tüketim yıllık %0,15 azalırken, aynı dönemde OECD dışı ülkelerin net tüketimi yıllık ortalama %4,3 artış göstermiştir. Bu dönemde Çin dışı Asya'nın tüketiminin yıllık ortalama %3,2 olduğu göz önüne alınırsa, büyümenin yalnızca Çin'den kaynaklanmadığı, ekonomisi hızla büyüyen ve 2012'de en çok tüketen (nihai enerji bazında) üçüncü ülke olan Hindistan'ın ve 11. sırada yer alan Endonezya'nın da buna önemli katkısı olduğu yadsınamaz bir gerçek olarak durmaktadır. Yıllık bileşik büyüme oranı son 30 yılda yaklaşık %6 olan Orta Doğu'nun (1971-2012 dönemi %7) giderek daha fazla pay laması da bir başka dikkat çeken husustur. (Çizelge 5)

1971 yılında nihai tüketim içindeki payı %33 olan sanayi sektörünün payı zaman içerisinde azalarak günümüzde %28'lere düşmüştür. Buna karşın ulaştırma sektörünün payı aynı dönemde %23'den %28'e çıkmıştır. 2012 yılında sanayi sektöründe en çok enerji tüketen üç sektör olan demir-çelik, kimya-petrokimya ve metal dışı mineraller alt sektörleri, toplam enerji tüketimindeki paylarını %33'den %45'e çıkarmıştır. Aynı yıl, karayollarının toplam ulaştırma sektörü enerji tüketimi içindeki payı %75'e ulaşmıştır.

Çizelge 6 ve Çizelge 7 dünya enerji dengesini ve onar yıllık dönemlerdeki yıllık bileşik büyüme oranlarını vermektedir.

6 Total Final Consumption (TFC)

Çizelge 4: Kaynaklar itibarıyla dünya nihai enerji tüketimi (Mtep) ve büyüme hızları (%)

	1971	1980	1990	2000	2002	2009	2010	2011	2012	1971- 1980	1980- 1990	1990- 2000	2000- 2010	2002- 2012	2011- 2012
Kömür ve Kömür Ürünleri	642	711	764	576	567	830	859	890	908	1,14	0,72	-2,79	4,09	4,83	2,10
Turba ve Turba Ürünleri	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2,88	14,59	-9,78	-3,37	-2,51	-9,07
Petrol ve Petrol Ürünleri	1.993	2.445	2.606	3.124	3.196	3.463	3.619	3.635	3.652	2,29	0,64	1,83	1,48	1,34	0,49
Doğal Gaz	582	816	946	1.123	1.122	1.242	1.343	1.368	1.366	3,83	1,49	1,74	1,80	1,99	-0,18
Jeotermal	0,3	0,5	2	4	5	7	7	7	8	5,86	14,47	7,93	4,98	4,74	5,02
Güneş/rüzgar/diğer	-	0,03	2	5	5	13	15	18	20	-	52,61	9,82	11,64	13,95	14,38
Biyoyakıtlar ve Atık	589	700	796	917	922	1.057	1.084	1.100	1.111	1,94	1,28	1,43	1,69	1,87	0,97
Elektrik	378	586	834	1.091	1.146	1.440	1.540	1.587	1.626	5,01	3,59	2,73	3,50	3,56	2,46
Isı	68	121	335	247	249	253	272	280	287	-	-	-3,00	0,98	1,41	2,36
Toplam	4.253	5.381	6.288	7.088	7.213	8.306	8.741	8.886	8.979	2,65	1,57	1,21	2,12	2,21	1,05

Çizelge 5: Bölgesel bazda dünya nihai enerji tüketimi (Mtep)

	1971	1980	1990	2000	2002	2009	2010	2011	2012
Dünya	4.253.471	5.380.551	6.287.711	7.088.346	7.213.305	8.305.515	8.740.500	8.885.744	8.978.860
Toplam OECD	2.562.578	2.941.568	3.105.657	3.642.975	3.638.075	3.543.492	3.696.249	3.633.701	3.582.490
Avrupa	919.154	1.080.614	1.121.792	1.225.895	1.237.303	1.214.294	1.274.742	1.219.368	1.217.836
Amerika	1.386.107	1.539.569	1.547.862	1.854.198	1.828.856	1.770.403	1.838.265	1.835.242	1.782.530
Asya Okyanusya	257.317	321.385	436.003	562.882	571.915	560.794	583.242	579.092	582.123
Toplam OECD Dışı	1.525.961	2.261.968	2.981.096	3.173.076	3.300.932	4.422.395	4.684.606	4.885.151	5.046.220
Avrupa ve Avrasya	567.679	869.276	1.073.085	653.538	651.381	665.937	711.754	739.551	741.917
Amerika	148.908	216.423	250.236	333.517	336.977	410.272	442.838	451.266	464.620
Asya (Çin Hariç)	280.470	381.510	546.549	748.655	791.029	1.021.012	1.067.073	1.096.333	1.136.874
Orta Doğu	26.072	79.455	149.847	241.611	263.467	402.670	418.383	434.401	453.008
Afrika	159.330	218.170	291.953	370.633	394.829	489.291	507.940	519.529	538.961
Çin (Hong Kong Dahil)	343.502	497.134	669.425	825.123	863.250	1.433.213	1.536.618	1.644.072	1.710.840
ABD	1.228.606	1.311.288	1.293.504	1.546.230	1.522.535	1.442.226	1.500.769	1.487.406	1.432.733

Çizelge 6: Dünya enerji dengesi (Mtep)

	1971	1980	1990	2000	2002	2009	2010	2011	2012
Toplam Üretim	5.650	7.309	8.819	10.050	10.289	12.294	12.860	13.216	13.461
Toplam Birincil Enerji Tüketimi	5.528	7.211	8.780	10.079	10.359	12.196	12.891	13.129	13.371
Dönüşüm Süreçleri	-892	-1.316	-1.862	-2.278	-2.381	-2.899	-3.023	-3.120	-3.223
Elektrik ve Isı Üretim Tesisleri	-675	0	0	0	0	0	0	0	0
Yüksek Fırınlr ve Kok Tesisleri	-175	-927	-1.255	-1.706	-1.787	-2.182	-2.283	-2.322	-2.330
Petrol Rafinerileri	-18	-38	-57	-28	-30	-44	-24	-30	-74
Diğer	-24	4	-1	0	0	0	-1	-1	0
İç Tüketim	-313	-410	-475	-593	-611	-750	-780	-793	-789
Transferler, İstatistiki Hata ve Kayıplar	-69	-90	-154	-166	-170	-194	-207	-207	-210
Toplam Nihai Enerji Tüketimi	4.253	5.381	6.288	7.088	7.213	8.306	8.741	8.886	8.979
Sanayi	1.404	1.775	1.805	1.889	1.859	2.242	2.421	2.509	2.541
Demir-Çelik	203	264	242	260	253	374	422	452	466
Kimya-Petrokimya	147	221	254	314	280	308	342	353	356
Metal Dışı Mineraller	108	166	164	227	216	308	312	332	333
Gıda ve Tütün	64	96	94	127	133	145	151	152	153
Kağıt, Selüloz, Baskı	59	79	93	152	140	146	152	150	145
Demir Dışı Metaller	47	72	65	95	91	98	106	112	113
Tekstil ve Deri	24	39	46	52	50	49	51	50	51
Odun ve Odun Ürünleri	14	23	16	32	29	28	30	29	22
Diğer Sanayi	738	817	831	628	667	787	854	877	904
Ulaştırma	964	1.247	1.575	1.964	2.021	2.320	2.436	2.480	2.507
Karayolları	603	849	1.122	1.437	1.500	1.734	1.817	1.845	1.884
Havayolları	56	69	95	107	99	92	96	98	98
Demiryolları	81	77	51	45	44	47	49	53	54
Denizyolları	31	33	32	39	37	43	43	43	52
Uluslararası İhrakiye	165	177	201	272	274	338	360	367	350
Boru Hattı Ulaştırma	17	17	58	58	60	57	64	64	59
Diğer Ulaştırma	11	26	16	6	7	10	8	9	10
Konut, Ticaret ve Hizmetler	1.372	1.696	1.994	2.382	2.435	2.697	2.777	2.776	2.799
Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık	116	164	170	153	158	180	185	191	194
Diğer	161	144	261	76	91	115	117	115	130
Enerji Dışı Kullanım	236	354	482	626	649	751	804	816	809

Çizelge 7: Dünya enerji dengesi büyüme hızları (%)

	1971-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010	2002-2012	2011-2012
Toplam Üretim	2,90	1,90	1,31	2,50	2,72	1,85
Toplam Birincil Enerji Tüketimi	3,00	1,99	1,39	2,49	2,58	1,84
Dönüşüm Süreçleri	4,42	3,53	2,04	2,87	3,08	3,31
Elektrik ve Isı Üretim Tesisleri	5,25	4,05	2,46	2,78	2,76	1,71
Yüksek Fırınlr ve Kok Üretim Tesisleri	0,40	-1,45	0,17	4,19	5,10	1,51
Petrol Rafinerileri	8,57	4,15	-6,91	-1,57	9,38	145
Diğer	1,67	7,64	0,88	3,80	3,71	9,37
İç Tüketim	3,05	1,48	2,24	2,78	2,59	-0,45
Transferler, İstatistiki Hata ve Kayıplar	4,52	4,16	-2,53	11,16	9,46	14,94
Toplam Nihai Enerji Tüketimi	2,65	1,57	1,21	2,12	2,21	1,05
Sanayi	2,64	0,17	0,45	2,51	3,17	1,28
Demir-Çelik	2,97	-0,86	0,73	4,94	6,27	2,91
Kimya-Petrokimya	4,62	1,41	2,14	0,85	2,44	0,97
Metal Dışı Mineraller	4,84	-0,09	3,28	3,24	4,42	0,02
Gıda ve Tütün	4,60	-0,15	3,07	1,70	1,39	0,31
Kağıt, Selüloz, Baskı	3,23	1,62	5,08	0,01	0,33	-3,78
Demir Dışı Metaller	4,73	-0,96	3,85	1,10	2,20	0,68
Tekstil ve Deri	5,62	1,58	1,30	-0,18	0,06	0,34
Odun ve Odun Ürünleri	5,23	-3,35	7,30	-0,77	-2,99	-25,57
Diğer Sanayi	1,14	0,17	-2,76	3,13	3,09	3,10
Ulaştırma	2,90	2,36	2,23	2,18	2,18	1,10
Karayolları	3,89	2,83	2,50	2,38	2,30	2,11
Havayolları	2,24	3,32	1,19	-1,09	-0,07	0,64
Demiryolları	-0,60	-3,94	-1,35	0,86	1,91	0,89
Denizyolları	0,86	-0,47	2,10	0,86	3,41	19,34
Uluslararası İhrakiye	0,79	1,28	3,08	2,82	2,47	-4,56
Boru Hattı Ulaştırma	-0,58	13,31	-0,04	1,13	-0,07	-7,24
Diğer Ulaştırma	9,80	-4,70	-9,31	2,78	3,92	2,88
Konut, Ticaret ve Hizmetler	2,38	1,64	1,79	1,55	1,40	0,80
Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık	3,88	0,35	-1,06	1,95	2,08	1,52
Diğer	-1,22	6,12	-11,62	4,43	3,64	13,57
Enerji Dışı Kullanım	4,62	3,13	2,64	2,55	2,22	-0,85

2 DÜNYADA KÖMÜR

2.1 Kömürün Yapısı

Kömür farklı kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip heterojen içeriklerden oluşmuş, kahverengiden siyah renge kadar değişen sedimentler, yanabilir bir kayadır. [1] Kömür başlıca karbon, hidrojen ve oksijen gibi elementlerin bileşiminden oluşmuş olup, diğer kaya tabakalarının arasında damar haline uzunca bir süre (milyonlarca yıl) ısı, basınç ve mikrobiyolojik etkilerin sonucunda meydana gelmiştir.

Kömürleşme genellikle gelgit düzlükleri ile lagün kıyısı bataklıklarda gelişir. Buna göre kömürleşme alanlarını başlıca dört ayrı bölümde sınıflamak olanaklıdır.

1. Alüvyonal ortamlarda yer alan dağıtım kanalları arasındaki koylarda ve taşkın ovasındaki bataklıklarda,
2. Alt ve üst delta düzlükleri ile bunların geçiş bölümlerinde,
3. Kıyasal kum barları gerisindeki lagünlerde,
4. Gölsel alanların kıyı bölgelerinde gelişen bataklıklarda kömür oluşabilir

Belirtilen ortamlarda bitkisel kökenli organik maddeler anaerobik mikro-organizmalar tarafından işlenerek turbaya dönüştürülür. Turbaların yapılarındaki uçucu madde miktarı (oksijen, hidrojen, vs.) giderek azalır; buna karşın karbon oranı artar. Sonuçta kömür ve türevleri (linyit: taşkömürü, antrasit, vb.) oluşur. Bitkisel kalıntılardan itibaren turba ve kömür oluşumu ile sonuçlanan işlevler “kömürleşme” olarak anılır. [2]

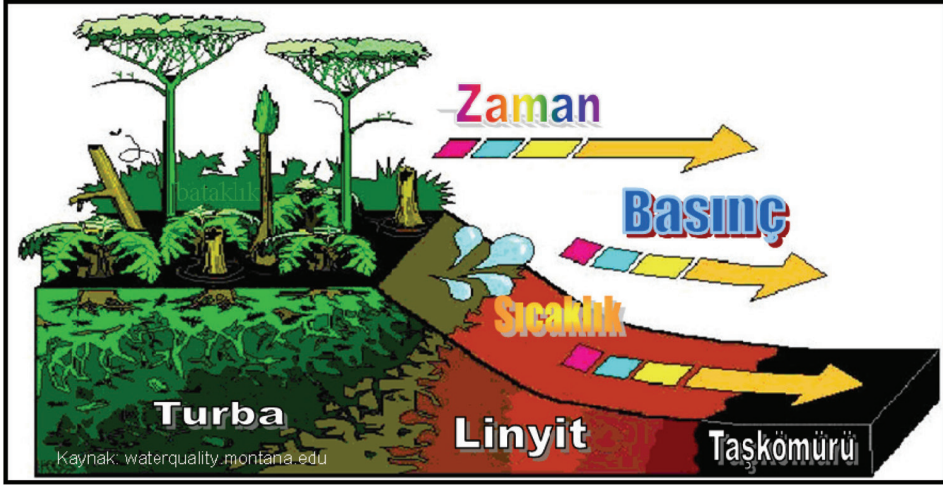
2.2 Kömürleşme

Çoğunlukla bitkisel maddeler ya da bitki parçaları uygun bataklık ortamlarda birikip, çökelir ve jeolojik işlevlerle birlikte yeraltına gömülürler. Yerin altında, bu organik kütleler, gömüldükten sonra, önceleri gömülmenin oluşturduğu basınç şartları, daha sonra da ortamın ısısal şartlarından etkilenirler. Bu etkilenme sonucu, bu organik maddenin bünyesinde fiziksel ve kimyasal değişimler meydana gelir. Önceleri turba olarak adlandırılan ve kömürlerin ataları olarak bilinen bu organik maddeler zamanla daha koyu renklere sahip olur ve daha sert yapıya sahip olurlar. Sıcaklık ve basınç şartlarının bu kütlelere etkimesi sonucu, bu ortamdan, sırasıyla önceleri (turbadan-taşkömürü aşamasına kadar) su ve su buharı, karbondioksit (CO_2), oksijen (O_2) ve en ileri aşamalarda (antrasit aşamasında) hidrojen (H_2) uzaklaşır. Tabii ki bu süreçte, ideal şartlar ve ortamın ısısal şartlarının uzun bir dönem içerisinde (binlerce yıl) basınç olmaları ve artması gerekmektedir. Yer ısısı her 30 metrede 10°C artmaktadır. Şüphesiz, sıcaklık artışı ideal ve normal şartlar için geçerlidir. Bu şartların dışında (volkanik faaliyet, fay hareketleri, radyoaktif elementlerin bulunduğu ortamlarda) Yerin ısısı yerin olağan üstü bir şekilde ve normalden çok fazla bir şekilde artmaktadır.

Yerin ısısı arttıkça önceleri “turba” olarak adlandırılan ama kömür sayılmayan bu organik madde, önce “linyit” daha sonra sırasıyla “alt bitümlü kömür”, “taşkömürü”, “antrasit” ve en sonunda şartlar uygun olursa “grafit”e dönüşür. Bu ilerleyen olgunlaşma sürecine “Kömürleş-

me⁷“, ulaştığı seviyeye ise “kömürleşme derecesi”⁸ denmektedir⁹.

Jeolojik devirde iki büyük kömür oluşum çağı vardır. Bunlardan daha eski olanı Karbonifer (345-280 milyon yıl önce) ve Permien (280-225) dönemlerini kapsar. Kuzey Amerika’nın doğusu ile Avrupa’daki taşkömürü yataklarının çoğu Karbonifer döneminde; Sibiryası, Asya’nın doğusu ve Avustralya’daki kömür yatakları Permien döneminde oluşmuştur. İkinci büyük kömürleşme çağı ise Kretase (tebeşir) Dönemi’nde başladı ve Tersiyer dönemi sırasında sona erdi. Dünyadaki linyitlerin ve yağsız kömürlerin çoğu bu dönemde oluşmuştur. Kömürlerin türediği bitkilerden geriye çok az iz kalmıştır¹⁰.



Şekil 2: Kömürün oluşumu

Taşkömürü Karbonifer, Permien ve Jurasik dönemlerde geniş kütleler halinde oluşmuşken, linyit daha çok Tersiyer zamanda oluşmuştur. Kömür oluşumlarına yüzeyden başlayarak birkaç bin metre derinliklere kadar rastlanabilir. Dünyadaki kömür yatakları 2000 metreye kadar araştırılmakta ve rezerv hesaplamaları yapılmakta ve değerlendirilmektedir. Ancak ekonomik olarak çıkarılabilir yataklar daha çok 600 metre ve altındadır.

Günümüzde kömür havzalarında üretilen kömür üretiminin çoğu platform tipi ya da jeosenkinal tip kömürlerdir. Uzun bir zaman periyodunda ve yavaş bir çökme ile oluşan platform tipi kömürler, kalkan (shield¹¹) olarak adlandırılan yapıların üzerinde bulunmaktadır. Bu

7 Coalification

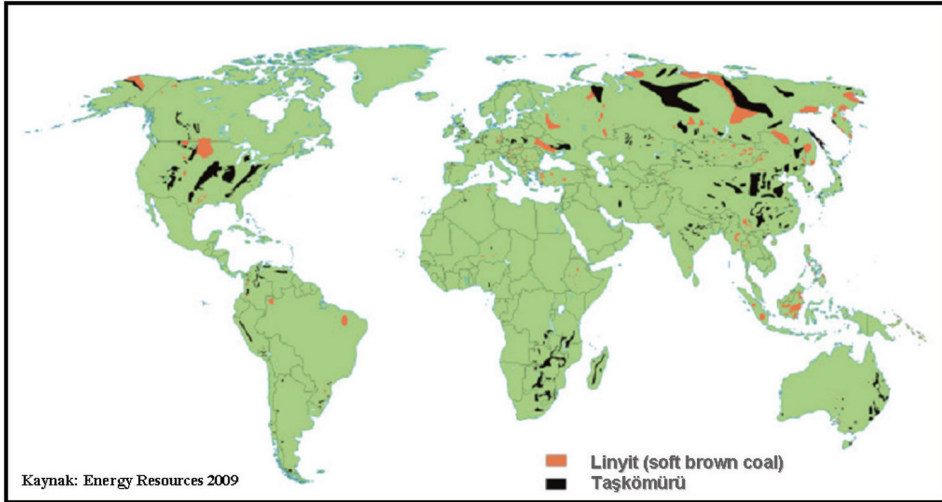
8 Rank

9 Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ)-<http://www.tki.gov.tr>

10 <http://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6mür>

11 Shield terimi yaşlı prekambriyen döneminde (yaklaşık 542 milyon yıl önce) oluşmuş magmatik/metamorfik kristalen kıta temelleri için kullanılmaktadır. Platform da bu temellerin üzerine uzun bir zaman sürecinde çökelen geniş alanlı çökel istif olarak tanımlanmaktadır. (Dr. Serhat KÖKSAL, Jeoloji Yüksek Mühendisi, ODTÜ Merkez Laboratuvarı)

tip kömürler, geniş bir alana yatay olarak yayılmış sığ bölgelerde, çok derinlerde ve daha çok birkaç damar halinde bulunur. Güney Afrika'nın ve Hindistan'ın kömür yatakları ve havzaları Yukarı Karbonifer çağından Permien çağına kadar uzanan Gondwana kömürleri, Kuzey Çin Platformu (Sinic Shield) üzerindeki Kuzey Çin kömür yataklarının büyük bir kısmı da bu tip kömürlere örnektir.



Şekil 3: Önemli kömür yatakları ve havzaları

Jeosenkilinal tip kömür damarları burun şeritlerinde ani çökelmiş oluklar halinde gelişmişlerdir. Binlerce metre kalınlıktaki kalın tabaka oluşumlarının arasında, dik bir eğimle dalan, bükümlü kömür damarları olarak bulunurlar. Bu tür havzalar düzensiz halde oluşmuş sayısız ince damarlar içerirler. Almanya'daki Ruhr Havzası ile ABD'deki Appalachian Dağları bu tip kömürler örnektir. Şekil 3 dünyada bulunan önemli kömür yataklarını ve havzalarını göstermektedir. [3]

2.3 Kömürün Sınıflandırılması

Kömür sınıflandırma sistemleri genelde bilimsel ve ticari olmak üzere iki ana başlık altında toplanmıştır. Bilimsel sınıflandırmalar büyük oranda kömürün orijini, içeriği ve yapısı ile temel özellikleri ile ilgilenirken, ticari sınıflandırma daha çok kömürün piyasa değeri, kullanım amacı ve teknolojik özellikleri ile ilgilenmektedir.

Kömür ile ilgilenen bilim adamları ve önemli kömür ithalatçıları genellikle iki ana sınıflandırma sistemini dikkate alırlar. Bunlardan ilki Amerikan sistemi olan ASTM¹², diğeri ise Birleşmiş Milletler Uluslararası Kömür Sınıflandırma Sistemi Avrupa Ekonomik Komisyonu¹³

12 American Society for Testing Materials

13 International Coal Classification of the Economic Commission for Europe-UN-ECE

Kömür ve Turbanın Kömürleşme Derecesi			Yatak Nemi (Bed Moisture) (%)	Isıl Değer (küllsüz) (ash free) (kJ/kg)	Uçucu Madde (kuru külsüz) (dry, ash-free) (%)
UN-ECE	ABD-(ASTM)	ALMANYA (DIN)			
Turba	Turba	Torf (Turba)			
Orto Linyit (Ortho-Lignite)	Linyit	LİNYİT/YUMUŞAK KAHVERENGİ KÖMÜR (LIGNITE/SOFT BROWN COAL)	75	6,700	
Meta-Linyit (Meta-Lignite)		Mat Kahverengi Kömür (Dull Brown Coal)	35	16,500	
Yarı Bit. Kömür	Yarı Bitümlü Kömür	Parlak Kahverengi Kömür (Bright Brown Coal)	25	19,000	
Bitümlü Kömür	Yüksek Uçucu İçerikli Bitümlü Kömür	Alev Kömürü (Flame Coal)	10	25,000	45
		Gaz Alev Kömürü (Gas-Flame Coal)			40
		Gaz Kömürü (Gas Coal)			35
		İri Kömür (Fat Coal)		36,000	28
		Düşük Uçucu İçerikli Bitümlü Kömür	Düşük Uçuculu Kömür (Low-Volatile Coal)		
Antrasit	Yarı-Antrasit	Yarı-Antrasit			14
	Antrasit	Antrasit	3	36,000	10

UN-ECE

: Orto-Linyit
Meta-Linyit
Yarı Bitümlü Kömür
Bitümlü Kömür

mak. 15.000 kJ/kg
mak. 20.000 kJ/kg
mak. 24.000 kJ/kg
mak. %2 ortalama raslantısal vitrinit yansıtması
(mean random vitrinite reflectance of %2)

ABD

: Linyit

mak.19.300 kJ/kg

Kaynak BGR, Energy Resources 2009

Şekil 4: Yaygın olarak kullanılan sınıflandırma sistemleri

tarafından yapılan sınıflandırmadır. Bunların dışında Japon ve İngiliz sınıflandırma sistemleri de vardır. Japon sınıflandırma sistemi her ne kadar ASTM'ye yakın olsa da kendi sanayi standartları¹⁴ vardır. [4]

Kömür yataklarının sınıflandırılmasında ayırt edici özellikler olarak kömürün enerji içeriği (ısıl değeri) ve vitrinit yansıtma oranı gibi fiziksel niteliklerinin yanı sıra, nem içeriği (yatak nemi) veya uçucu madde oranı gibi kimyasal içeriklerinden yararlanılır. Şekil 4 dünyada yaygın olarak kullanılan Almanya Federal Yerbilimleri ve Doğal Kaynaklar Enstitüsü (BGR) kömür sınıflandırma sistemi ile UN-ECE ve ASTM sistemlerini karşılaştırmaktadır.

BGR, rezervleri linyit ve taşkömürü adı altında iki gruba ayırmıştır. 16.500 kJ/kg'dan daha az bir ısıl değere sahip kömürlerin hepsi linyit olarak adlandırılırken, 16.500 kJ/kg'dan daha yüksek bir ısıl değere sahip kömürlerin hepsi taşkömürü altında toplanmıştır.

Dünya Enerji Konseyi (DEK-WEC) ise kömürleri antrasiti de içeren bitümlü kömür, yarı bitümlü kömür ve linyit olarak üç grupta sınıflandırmaktadır. Uluslararası kabul edilmiş ortak bir sınıflandırma sisteminin olmamasından dolayı, DEK bu üç grup arasında keskin ayrımlar ve limitler koymamıştır.

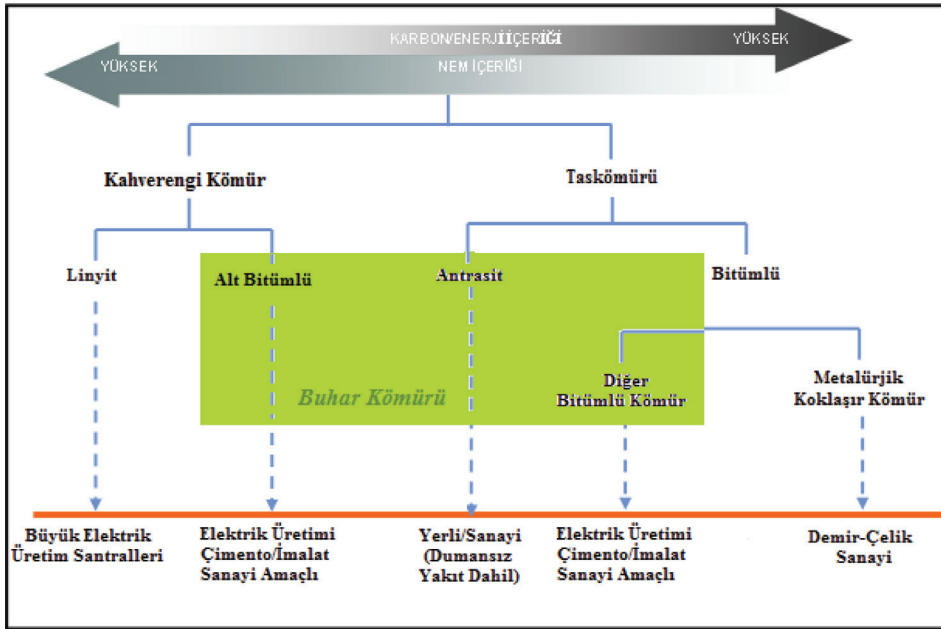
UN-ECE kömürü iki kategoride sınıflandırmaktadır.

- Taşkömürü-Üst ısıl değeri 5732 kcal/kg'dan (24 Gj/kg) daha fazla (külsüz, fakat nem tabanlı) ve mutlak vitrinite değeri en az 0,6
- Kahverengi kömür-Üst ısıl değeri 5732 kcal/kg'dan (24 Gj/kg) daha az aglomera olmayan ve %31'den daha az uçucu madde içeren kömür

2005 yılından beri ortak bir dil oluşturmak amacıyla Eurostat ve Birleşmiş Milletler İstatistik Bölümü ile işbirliği içerisinde çalışan Uluslararası Enerji Ajansı (UEA) da, 2010 yılında alınan kararlar çerçevesinde yayınladığı istatistiki verilerde değişikliğe gitmiş ve bunun ilk yansımalarını güncellenen 2012 soru formları ile almıştır. UEA bu bağlamda kömürleri UN-ECE gibi taşkömürü ve linyit olarak sınıflandırmıştır. (Şekil 5)

- Taşkömürü antrasit ve bitümlü kömürün toplamından oluşmaktadır.
- Kömürleşme derecesi yüksek olan “antrasit” genellikle sanayide ve alan ısıtmasında kullanılmaktadır.
- Orta ve yüksek kömürleşme derecesine sahip “bitümlü kömürler” ise gazlaştırmanın dışında sanayide koklaşmada ve ısıyı yükseltmede kullanılır. Yüksek fırınlarda kullanılan kokun üretilmesine uygun kömürler “kokluk kömür” olarak adlandırılır.
- Kokluk kömür içermeyen “diğer bitümlü kömürler” ise daha çok termik kömür olarak da adlandırılır. Ajans filtrasyon ürünlerini ve tanımlamadığı diğer düşük dereceli kömürleri de bu grupta “recovered slurries” adı altında toplamaktadır.
- Alt bitümlü kömürler ile linyit kömür “kahverengi kömür” adı altında sınıflandırılmaktadır.
- Üst ısıl değeri 20 GJ/kg (4777 kcal/kg) ile 24 Gj/kg (5732 kcal/kg) aralığında (külsüz ama nem bazlı) ve aglomera olmayan kömürler “alt bitümlü kömür”

14 Japanese Industrial Standarts (JIS)



Şekil 5: Oluşum ve kullanım aşamasına göre kömürler

- Üst ısı değeri 20 GJ/kg'dan aralığında (külsüz ama nem bazlı) daha az olup, aglomera olmayan “linyit/kahverengi kömür”

Buhar kömürü kavramı ise antrasit, diğer bitümlü kömür ve alt bitümlü kömür için kullanılırken, linyit ve kokluk kömür bu kavramın dışında tutulmuştur.

Dünyada başta OECD üyesi ülkeler olmak üzere OECD dışı ülkelerin de enerji ile ilgili istatistik verilerini toplayan ve her sene düzenli olarak yayınlayan UEA, bu çalışma için de ana kaynak oluşturmaktadır.

3 REZERVLER

Almanya Federal Yerbilimleri ve Doğal Kaynaklar Enstitüsü (BGR) tarafından yapılan çalışmalarda, 16500 kJ/kg (3940 kcal/kg) üzerinde bir ısı değere sahip olan kömürler taşkömürü olarak sınıflandırmakta ve alt bitümlü kömürler, bitümlü kömürler ve antrasit bu kapsama dahil edilmektedir. 16500 kJ/kg ısı değerinden daha düşük ısı değere sahip olan kömürler ise linyit adı altında sınıflandırılmaktadır.

Enstitü ayrıca, kömür kaynaklarını uluslararası sınıflandırmalara uygun olarak görünür rezervler (reserves) ve tahmini rezervler (resources)¹⁵ olarak ikiye ayırır:

¹⁵ Ülkemizde henüz uluslararası kabul görmüş bir sınıflandırma sisteminin olmamasından dolayı, ülkemizde yıllarca kabul görmüş ve kullanılan sınıflandırma sistemine ters düşmemek ve yanlış anlamaları engellemek adına BGR tarafından “reserves” adı altında gruplandırılan kömür kaynaklarını “görünür rezerv” olarak çevirirken, “resources” adı altında gruplandırılan kömür kaynaklarını ise “tahmini re-

- Görünür rezervler; var olan teknolojilerle ekonomik olarak çıkarılabilir, detay analizi yapılmış rezervleri içermektedir. Eşanlamlı olarak kullanılan diğer iki terim ise “çıkarılabilir” anlamına gelen “recoverable” ve “proved reserves” terimleridir.
- Tahmini rezervler ise; mümkün ve muhtemel olarak sınıflandırılan ancak ekonomik olarak çıkarılamayan ya da boyutları henüz belirlenememiş ancak belli jeolojik çıkarımlardan varlığı düşünülen rezervleri içermektedir.

BGR tarafından yapılan çalışmalar ışığında, Çizelge 8 görünür kömür rezervlerinin ülkeler ve bölgeler itibariyle dağılımını verirken, Çizelge 9 tahmini kömür rezervlerinin ülkesel ve bölgesel bazda dağılımını göstermektedir.

BGR’ye göre, 2013 yılı sonu itibariyle toplam dünya görünür kömür rezervleri 968 milyar ton olup, bunun yaklaşık 688 milyar ton’unu taşkömürü, 280 milyar ton’unu ise linyit rezervleri oluşturmaktadır. Son dönemde özellikle Çin ve Güney Afrika’da gerçekleştirilen çalışmalara göre elde edilen bulgular ve güncellemeler neticesinde görünür taşkömürü rezervlerinde bir önceki çalışmaya göre bir miktar düşüş gözlenmiştir. [5]

Dünya tahmini rezervler ise görünür rezervlerin çok ötesindedir. 2012 yılı sonu itibariyle toplam görünür rezerv miktarı 22.089 milyar ton civarında olup bu miktarın beşte dördünü taşkömürü oluşturmaktadır.

Amerika ve Çin birlikte dünya görünür taşkömürü rezervinin yarısına ev sahipliği yapmaktadır. Bu iki ülkeyi %11,9, %10,1 ve %9,0 ile Hindistan, Rusya Federasyonu ve Avustralya takip etmektedir. Bir başka deyişle dünya görünür taşkömürü rezervlerinin beşte dördüne bu beş ülke sahiptir. Ekonomik olmayan rezervler göz önüne alındığında, ABD ve Çin’in toplam rezervlerin yaklaşık üçte ikisine ev sahipliği ettiği, bu oranın Rusya ile birlikte %80’e, Avustralya da dahil edildiğinde %90’a çıktığı görülmektedir.

Bölgesel bazda bakıldığında, OECD ülkeleri toplam görünür taşkömürü rezervlerinin %45’ini tahmini taşkömürü rezervlerinin ise %49’unu elinde bulundurmaktadır. Avustralya ve Asya görünür ve tahmini taşkömürü rezervlerinin %41’ini elinde bulundururken, rezervlerin neredeyse tamamını ABD’nin elinde tuttuğu Kuzey Amerika ise görünür rezervlerde % 33, tahmini rezervlerde ise %38 önemli bir paya sahiptir. Ekonomisi Geçiş Ülkeleri olarak adlandırılan eski Sovyet Sosyalist Cumhuriyetleri Birliği ülkeleri görünür rezerv bakımından %19’luk bir paya sahipken, tahmini rezervlerin %16’sını elinde bulundurmaktadır. (Şekil 6)

Dünya görünür linyit rezervlerinin neredeyse yarısına Rusya ve Avustralya, bir çeyreğine ise bu iki ülkeyi takip eden Almanya ve ABD sahiptir. Türkiye ise 2 milyar ton ile 20. sırada gözükmektedir.

Ancak, tahmini rezervler de hesaba katıldığında, ABD hemen ardındaki Rusya Federasyonu ile birlikte toplam rezervlerin %60’ını oluşturmaktadır. Türkiye ise 11,6 milyar ton ve binde 2,6 pay ile 15. sırada yer almaktadır. (Şekil 7)

OECD ülkeleri toplam görünür ve tahmini linyit rezervinin yaklaşık yarısını elinde tutmaktadır. Avustralya-Asya kuşağı toplam görünür rezervlerin %28’ini içerirken, Avrupa %25’ini ve Kuzey Amerika %12’sini içermektedir. Ekonomisi geçiş ülkeleri ise yaklaşık %33 ile önemli bir orana sahiptir.

zerv” olarak çevirmeyi uygun gördük.

Çizelge 8: 2013 yılı itibariyle dünya görünür kömür rezervleri (Mton)

	Taşkömürü		Linyit	
1	ABD	223.435	Rusya Federasyonu ²	90.730
2	Çin	120.697	Avustralya	44.164
3	Hindistan	81.897	Almanya	40.300
4	Rusya Federasyonu ¹	69.634	ABD	30.555
5	Avustralya	62.095	Endonezya	9.002
6	Ukrayna ¹	32.039	Çin	7.350
7	Kazakistan	25.605	Sırbistan	7.112
8	Polonya	15.890	Y. Zelanda	6.750
9	Endonezya	13.511	Brezilya	5.049
10	Güney Afrika	9.893	Polonya	4.971
11	Kolombiya	4.881	Hindistan	4.755
12	Kanada	4.346	Yunanistan	2.876
13	Vietnam	3.116	Pakistan	2.857
14	Mozambik	1.792	Çek Cumhuriyeti ²	2.635
15	Brezilya	1.547	Macaristan	2.633
16	Özbekistan	1.375	Ukrayna ²	2.336
17	İran	1.203	Bosna-Hersek	2.264
18	Şili	1.181	Kanada	2.236
19	Mongolya ¹	1.170	Bulgaristan	2.174
20	Meksika	1.160	Türkiye	2.055
	Dünya	688.456		279.762
	Avrupa	20.169		70.527
	Ekonomisi Geçiş Ülkeleri	130.362		93.065
	Afrika	13.150		66
	Orta Doğu	1.203		
	Avustralya-Asya	285.506		78.190
	Kuzey Amerika	229.124		32.842
	Latin Amerika	8.943		5.073
	OECD 2000	312.076		139.730

1 Taşkömürü rezervleri uluslararası sınıflandırmaya uygun olarak yalnızca kömürü ve antrasiti içermektedir.

2 Linyit rezervleri yarı bitümlü kömürü de içermektedir.

Kaynak: BGR 2014.

Çizelge 9: 2009 yılı itibariyle dünya tahmini kömür rezervleri (Mton)

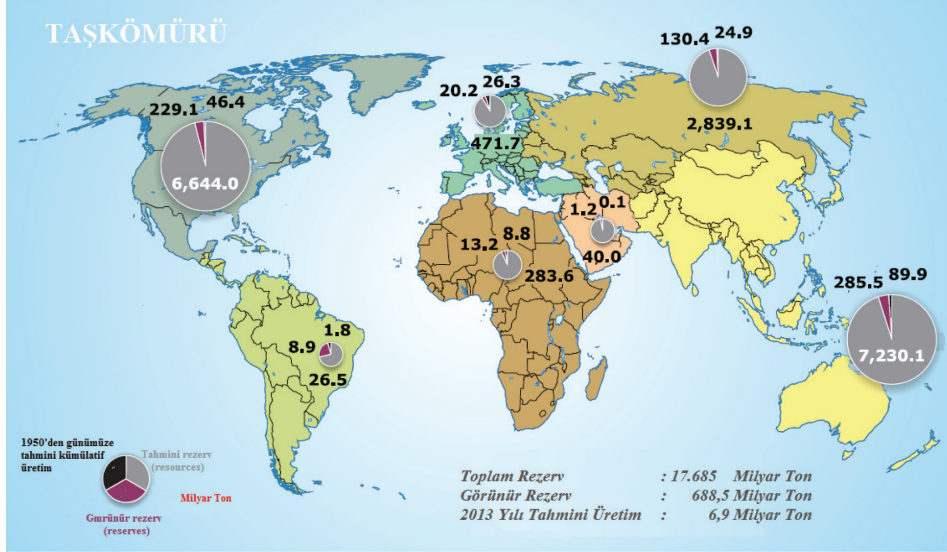
	Taşkömürü		Linyit	
1	ABD	6.457.573	ABD	1.367.838
2	Çin	5.344.649	Rusya2	1.271.672
3	Rusya1	2.624.612	Avustralya	399.267
4	Avustralya	1.536.666	Çin	325.465
5	Güney Afrika	203.667	Polonya	222.109
6	Birleşik Krallık	186.700	Vietnam	199.876
7	Kanada	183.260	Pakistan	176.739
8	Hindistan	175.656	Mongolya2	119.426
9	Polonya	162.581	Kanada	118.270
10	Kazakistan	123.090	Hindistan	37.066
11	Endonezya	91.285	Almanya	36.500
12	Almanya	82.959	Endonezya	29.023
13	Ukrayna1	49.006	Sırbistan	13.074
14	İran	40.000	Brezilya	12.587
15	Mongolya1	39.854	Türkiye	11.617
16	Kırgızistan	27.528	Romanya	23.621
17	Zimbabve	25.000	Kosova	9.262
18	Mozambik	21.844	Arjantin	7.300
19	Botsvana	42.056	Çek Cumhuriyeti	7.162
20	Çek Cumhuriyeti	15.419	Ukrayna2	5.381
	Dünya	17.685.012		4.404.463
	Avrupa	471.678		324.616
	Ekonomisi Geçiş Ülkeleri	2.839.068		1.278.553
	Afrika	283.611		402
	Orta Doğu	40.000		
	Avustralya-Asya	7.230.132		1.294.666
	Kuzey Amerika	6.644.033		1.486.108
	Latin Amerika	26.491		20.118
	Antarktika	150.000		
	OECD 2000	8.652.587		2.177.087

1 Taşkömürü rezervleri uluslararası sınıflandırmaya uygun olarak yalnızca kömürü ve antrasiti içermektedir.

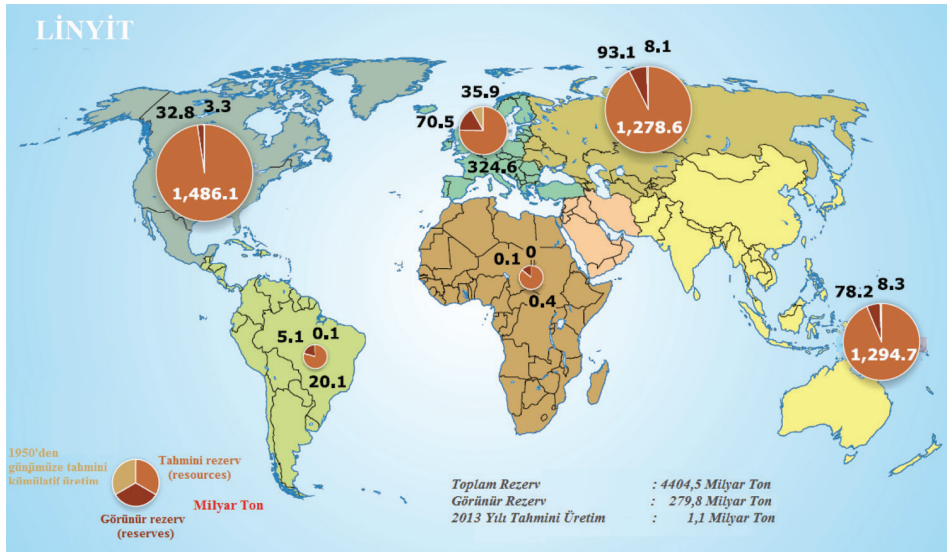
2 Linyit rezervleri yarı bitümlü kömürü de içermektedir.

Kaynak: BGR 2014.

Tahmini linyit rezervleri açısından, Avrupa'nın payının bir anda %8'e düştüğü, buna karşın Kuzey Amerika'nın payının %34'e çıktığı görülecektir. Kuzey Amerika'daki artışın kaynağının ABD olduğunu söylemek gereksizdir. Avustralya-Asya kuşağının payında 1,5 puanlık artış, Ekonomisi Geçiş Ülkeleri'nin payında ise dört puanlık bir azalış söz konusudur.



Şekil 6: 2013 yılı sonu itibariyle dünya taşkömürü rezervleri (Kaynak BGR)



Şekil 7: 2012 yılı sonu itibariyle dünya linyit rezervleri (Kaynak BGR)

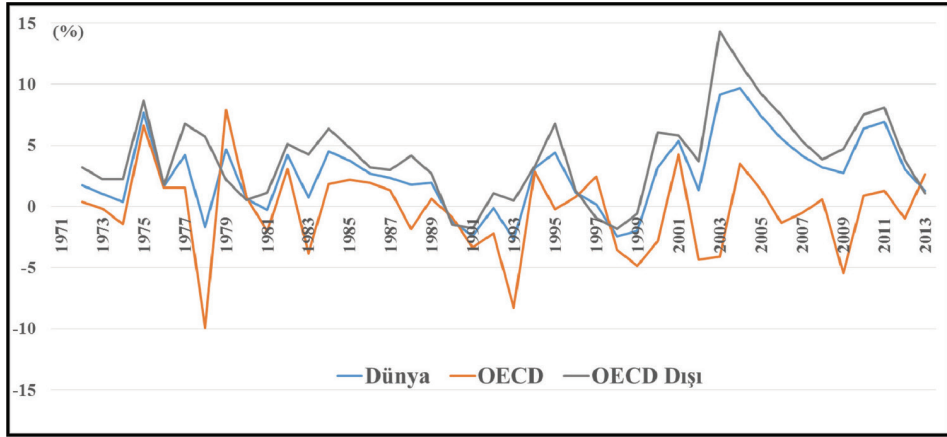
4 DÜNYADA KÖMÜRÜN ÜRETİMİ, TÜKETİMİ VE TİCARETİ

4.1 Dünya Kömür Üretimi

Gerek uluslararası enerji istatistiklerinde gerekse Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayınlanan istatistiklerde üretim değerleri satılabilir üretim rakamları üzerinden verilmektedir. Raporda bu kurala uyulacağından, tüvenan üretim rakamlarına yer verilmeyecektir. Zaten uluslararası bazda böyle bir veriye ulaşmak da çok zordur.

UEA verilerine göre, dünyanın filtrasyon ürünleri¹⁶ dahil taşkömürü üretimi, 2000’li yılların ilk çeyreğinde (2002 hariç) gösterdiği özellikle Uzak Doğu kaynaklı yüksek büyüme hızlarından sonra, 2009 yılına kadar giderek yavaşlamış, 2010 ve 2011 yılında toparlanmış gözükse de devam eden küresel krizin etkilerinden dolayı tekrar inişe geçmiş ve 2013 yılını bir önceki yıla göre %1,3 artışla 6.275 Mton ile kapatmıştır. Üretimdeki büyüme hızı onar yıllık dönemler halinde incelenirse, 2000-2010 döneminde %5,5 olarak kaydedilen yıllık bileşik büyüme oranı (2003-2013 dönemi %5), 70-80 ve 80-90 dönemlerindeki artış hızının iki katından, üretimin neredeyse yerinde saydığı 1990-2000 döneminin ise beş katından fazladır.

70-80 ve 80-90 dönemlerinde üretimin çok az arttığı, sonraki iki dönemde ise üretimin azaldığı OECD ülkelerinin, Avustralya -ki 2012 ve 2013 yıllarında %9,6 ve %17,5 gibi çok yüksek büyüme hızlarını yakalamıştır- hariç bu büyümede katkısı yok denecek kadar azdır. 2000-2010 döneminde yıllık ortalama sırasıyla %8,8, %5,5 ve %15 artış gösteren Çin, Hindistan ve Endonezya son dönemdeki artışın gerçek lokomotifleri olmuşlardır. (Şekil 8)



Şekil 8: Bölgeler itibariyle şlam dahil taşkömürü üretim büyüme hızları (Kaynak UEA)

1971 yılında üretimin yarısını karşılayan OECD ülkelerinin toplamdaki payı giderek azalarak 2013 yılında %15'lere düşerken, OECD dışı ülkelerin payı, özellikle Çin'in etkisiyle giderek artmış ve 2009 yılında %85'e ulaşmıştır.

16 Şlam (Recovered slurries)

OECD ülkelerinde, kaynaklarını giderek tüketen Avrupa'nın payı giderek azalırken, Kuzey Amerika'nın ve özellikle Asya-Okyanusya kuşağının payı artış göstermiştir. Son yıllarda Avustralya OECD ülkelerinde üretimde başı çeken ABD'deki azalışı yüksek artış hızlarıyla ikame etmiştir. OECD dışı ülkelerin lokomotifleri ise başta Çin olmak üzere yüksek artış hızlarıyla Hindistan ve Endonezya olmuştur.

ABD'nin toplam üretimdeki payı son otuz yılda %23'den %7'ye düşerken, 1984'den beri üretimde ilk sırayı alan Çin'in payı %18'den %57'ye çıkmıştır. (Çizelge 10)

Hemen hemen tamamı çıkarıldığı yerde elektrik enerjisi üretmek amaçlı tüketilen, çok az bir kısmı imalat sanayisinde briket olarak kullanılan kahverengi kömürün 1971 yılında 813,3 Mton olan üretim miktarı (şlam dahil) yıllık %3,4'lük bileşik büyüme oranı ile giderek artarak 1989 yılına gelindiğinde 1.491 Mton'a ulaşmıştır. Ancak sonraki on yıl üretim açısından bariz bir gerilemenin yaşandığı yıllar olarak kayda geçmiştir. Bu yıllar aynı zamanda Almanya'nın giderek üretimini düşürdüğü, ilerleyen dönemde hızla üst sıralara tırmanacak olan Endonezya'nın üretiminin atağa geçtiği yıllar olarak da kayda geçmiştir. Dünya 1989 üretim seviyesini ancak 2004 yılında yakalayabilmiştir. 2002 ve 2009 yılları hariç bu dönemki on yıl üretim açısından bir toparlanma dönemi olarak göze çarpmaktadır. 2010 ve 2011 yıllarını da artışla geçirin küresel üretim, 2011 yılında 1.616 zirve yaptıktan sonra tekrar düşüşe geçerek 2013 yılında 1.547 Mton olarak gerçekleşmiştir. (Şekil 9)

Eğer 1971-2013 arasındaki 42 yıl iki dönem halinde irdelenirse, ilk dönemde üretimde gerçekleşen yıllık bileşik büyüme oranı %2,2 olurken, bu oranın ikinci dönemde %0,9 olarak gerçekleştiği görülecektir. Üretimdeki artış hızına onar yıllık periyotlar halinde bakılırsa; (1971-1980, 1980-1990, 1990-2000 ve 2000-2010) İlk dönemde %3,8 olan artış hızının sonra giderek gerileyerek önce %2,2'ye düştüğü, sonra özellikle ilk ve son çeyrekte yaşanan krizler neticesinde ise %0,66 olarak gerilediği ve son dönemde tekrar toparlanarak %1,7 olarak gerçekleştiği görülecektir.

2000 yılından beri durağan bir şekilde gerçekleşen kahverengi kömür üretimin 2009 yılında birden gerilemesinin ana nedeni; dünyada kahverengi üretimin yaklaşık dörtte üçünün OECD üyesi ülkeler tarafından yapılması ve küresel krizin bu ülkeleri önemli ölçüde etkilemesinden kaynaklanmaktadır.

1998 yılında küresel üretimin %78'ini gerçekleştiren OECD üyesi ülkelerinin payı, bu tarihten sonra sürekli düşürerek 2013 yılında %66,5'e kadar inmiştir. Bunda Avrupa'nın üretimdeki payının düşmesinin yanı sıra Endonezya'nın üretimini son on yılda yaklaşık dört kat artırmasının rolü önemlidir. 1971 yılında OECD üretiminin %93'ünü karşılayan Avrupa'nın payı 2000'li yıllardan sonra %40'lara düşmüştür. Buna karşılık OECD üyesi Kuzey Amerika ülkelerinin payı özellikle ABD'den kaynaklanan üretim artışıyla %3'lerden %50'lere ulaşmıştır. Avustralya ise söz konusu dönemde payını iki katına çıkarma başarısı göstermiştir.

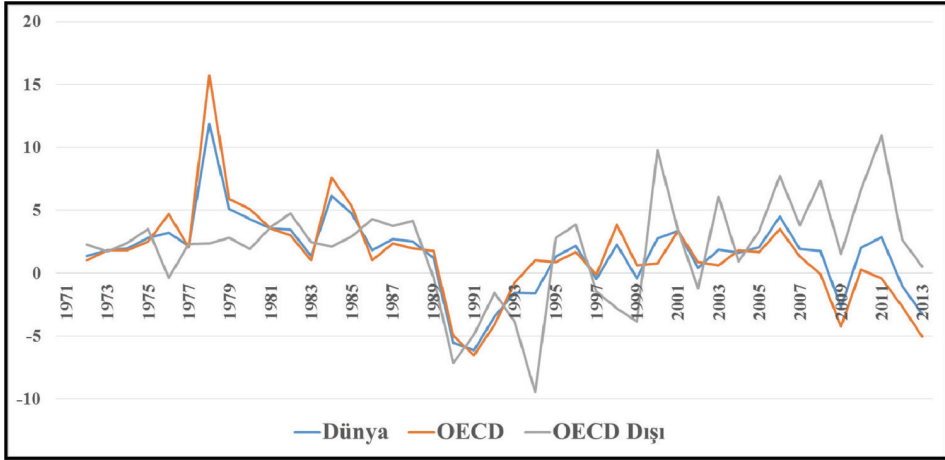
ABD üretimdeki liderliğini korurken, Almanya 2010 yılı itibarıyla ikinciliği Endonezya'ya kaptırmıştır. 2013 yılında dünyanın en büyük üç üreticisinin dünya üretiminin %56'sını gerçekleştirdiği görülür. Küresel krizin hemen hemen tüm ülkeleri etkilediği 2009 yılında 121 Mton ile pik yapan Avustralya sonrasında bu miktarı yakalayamasa da dördüncü sırada yer almaktadır. 2012 yılında yedinci büyük üretici olan Türkiye ise 2013 yılında bir basamak aşağı

Çizelge 10: Şlam dahil dünya taşkömürü üretimi (Mton) ve büyüme oranları (%)

	1971	1980	1990	2000	2002	2003	2009	2010	2011	2012	2013 (g)	2000-2010	2002-2012	2003-2012	2011-2012	2012-2013
Çin (Hong Kong Dahil)	392.000	620.150	1.039.820	1.353.801	1.535.652	1.812.692	2.895.345	3.140.153	3.418.766	3.532.461	3.560.720	8,8	8,7	7,0	3,3	0,8
Hindistan	70.871	111.000	211.184	311.428	337.929	358.475	532.042	532.694	539.950	557.455	568.095	5,5	5,1	4,7	3,2	1,9
ABD	500.967	569.928	632.042	522.750	520.243	492.391	471.169	457.667	490.833	452.209	431.672	-1,3	-1,4	-1,3	-7,9	-4,5
Avustralya	44.077	64.779	141.792	216.167	239.102	232.225	287.301	308.051	289.493	317.328	372.915	3,6	2,9	4,9	9,6	17,5
Rusya	-	-	237.514	152.538	163.546	177.435	206.980	245.580	245.311	278.309	274.079	4,9	5,5	4,4	13,5	-1,5
Endonezya	198	152	5.161	40.870	50.490	59.967	150.347	169.975	226.014	245.652	269.648	15,3	17,1	16,2	8,7	9,8
Güney Afrika	58.666	115.120	174.800	224.200	220.213	238.751	249.489	254.522	252.757	258.575	255.851	1,3	1,6	0,7	2,3	-1,1
Kazakistan	-	-	128.000	74.886	71.000	80.807	95.770	103.646	108.082	112.779	114.645	3,3	4,7	3,6	4,3	1,7
Kolombiya	2.740	4.164	21.375	38.242	40.096	50.481	72.807	74.350	85.803	89.024	85.387	6,9	8,3	5,4	3,8	-4,1
Polonya	145.491	193.121	147.736	103.331	103.705	102.874	78.064	76.728	76.448	79.813	76.978	-2,9	-2,6	-2,9	4,4	-3,6
Ukrayna	-	-	143.483	61.601	60.794	63.742	59.634	57.659	69.664	67.768	65.768	-0,7	1,1	0,3	-2,7	-3,0
Vietnam	2.990	5.200	4.638	11.609	15.900	16.700	44.078	44.835	46.611	42.383	39.655	14,5	10,3	9,0	-9,1	-6,4
Kanada	9.712	20.173	37.673	33.805	29.615	26.609	29.663	33.703	34.621	35.375	38.282	-0,03	1,8	3,7	2,2	8,2
Kuzey Kore	22.440	34.106	35.693	22.500	22.307	23.045	25.500	25.500	25.500	25.800	27.942	1,3	1,5	1,9	1,2	8,3
Mogolistan	-	-	595	70	78	78	8.065	18.274	25.148	22.274	22.282	74,5	76,0	76,0	-11,4	0,04
Türkiye (23.)	4.640	3.598	2.745	2.392	2.319	2.059	2.864	2.524	2.528	2.292	2.000	0,5	-0,1	-0,3	-9,3	-12,7
Dünya	2.173.702	2.649.902	3.236.328	3.304.809	3.527.058	3.849.086	5.286.226	5.621.629	6.010.835	6.194.973	6.275.544	5,46	5,79	5,01	3,06	1,30
Toplam OECD	1.115.313	1.185.845	1.212.136	993.167	990.382	949.519	929.753	937.802	949.776	940.658	965.494	-0,6	-0,5	0,2	-1,0	2,6
Avrupa	508.982	489.642	369.624	204.905	193.656	190.443	134.586	131.494	127.717	128.538	113.462	-4,3	-4,0	-5,0	0,6	-11,7
Amerika	514.355	594.315	674.861	559.135	552.037	521.202	503.261	493.576	528.151	490.421	475.024	-1,2	-1,2	-0,9	-7,1	-3,1
Asya-Okyanusya	91.976	101.888	167.651	229.127	244.689	237.874	291.906	312.732	293.908	321.699	377.008	3,2	2,8	4,7	9,5	17,2
Toplam OECD Dışı	1.058.389	1.464.057	2.024.192	2.311.642	2.536.676	2.899.567	4.356.477	4.683.827	5.061.059	5.254.315	5.310.050	7,3	7,6	6,2	3,8	1,1
Avrupa-Avrasya	495.388	561.715	516.623	289.694	295.652	322.195	362.872	407.245	423.450	459.463	455.369	3,5	4,5	3,5	8,5	-0,9
Amerika	4.477	6.385	24.574	46.562	47.736	57.564	76.583	77.357	88.234	90.664	88.251	5,2	6,6	4,4	2,8	-2,7
UEA Toplam	1.111.637	1.181.631	1.206.990	990.587	988.203	947.317	927.324	935.596	947.079	937.821	960.424	-0,6	-0,5	0,1	-1,0	2,4
Avrupa	508.982	489.642	369.624	204.905	193.656	190.443	134.586	131.494	127.717	128.538	113.462	-4,3	-4,0	-5,0	0,6	-11,7
Amerika	510.679	590.101	669.715	556.555	549.858	519.000	500.832	491.370	525.454	487.584	469.954	-1,2	-1,2	-1,0	-7,2	-3,6
Asya-Okyanusya	91.976	101.888	167.651	229.127	244.689	237.874	291.906	312.732	293.908	321.699	377.008	3,2	2,8	4,7	9,5	17,2
Çin Dışı Asya	102.182	154.652	259.924	389.838	430.124	461.916	766.786	798.644	871.207	901.658	936.071	7,4	7,7	7,3	3,5	3,8
Afrika	63.981	120.230	182.416	230.599	226.480	244.057	253.735	259.339	258.238	269.025	268.463	1,2	1,7	1,0	4,2	-0,2
Orta Doğu	361	925	835	1.148	1.032	1.143	1.152	1.089	1.164	1.044	1.176	-0,5	0,1	0,3	-10,3	12,6

Çizelge 11: Şlam dahil dünya kahverengi kömür üretimi (Mton) ve büyüme oranları (%)

	1971	1980	1990	2000	2002	2003	2009	2010	2011	2012	2013 (g)	2000-2010	2002-2012	2003-2012	2011-2012	2012-2013
ABD	7.890	183.033	301.519	448.841	472.474	479.887	516.383	538.440	515.088	480.065	472.322	1,8	0,2	-0,2	-6,8	-1,6
Endonezya	0	152	5.069	38.507	51.643	57.137	140.900	155.025	178.576	198.260	218.969	14,9	14,4	14,4	11,0	10,4
Almanya	364.301	389.726	357.468	167.691	181.778	179.085	169.857	169.403	176.502	185.432	182.696	0,1	0,2	0,2	5,1	-1,5
Avustralya	23.180	39.725	62.770	90.555	100.796	109.436	120.597	116.351	112.744	113.423	86.389	2,5	1,2	-2,3	0,6	-23,8
Rusya Federasyonu	-	-	134.385	87.786	74.034	79.544	69.011	76.121	76.352	77.299	73.138	-1,4	0,4	-0,8	1,2	-5,4
Polonya	34.517	36.866	67.584	59.484	58.210	60.920	57.108	56.510	62.841	64.280	65.849	-0,5	1,0	0,8	2,3	2,4
Türkiye	4.217	15.027	44.683	60.876	51.665	46.504	76.635	70.875	73.588	69.169	64.000	1,5	3,0	3,2	-6,0	-7,5
Yunanistan	11.052	23.198	51.896	63.887	70.468	68.299	64.893	56.520	58.666	62.956	53.571	-1,2	-1,1	-2,4	7,3	-14,9
Hindistan	3.720	5.110	14.074	24.247	26.018	27.958	34.071	37.733	42.332	46.453	44.679	4,5	6,0	4,8	9,7	-3,8
Çek Cumhuriyeti	78.834	89.086	78.983	50.307	48.889	50.261	45.416	43.774	46.639	43.533	40.385	-1,4	-1,2	-2,2	-6,7	-7,2
Srbistan	-	-	45.800	37.006	38.328	40.225	38.499	37.976	41.105	38.234	39.558	0,3	0,0	-0,2	-7,0	3,5
Kanada	7.009	16.515	30.659	35.358	36.893	35.545	34.975	34.186	32.493	31.121	30.626	-0,3	-1,7	-1,5	-4,2	-1,6
Bulgaristan	26.620	29.946	31.532	26.314	25.924	27.248	27.148	29.379	37.110	33.412	28.618	1,1	2,6	0,5	-10,0	-14,3
Romanya	13.808	27.104	33.737	29.004	30.401	33.053	33.961	31.127	35.512	33.945	24.724	0,7	1,1	-2,9	-4,4	-27,2
Tayland	445	1.525	12.421	17.708	19.602	18.843	17.786	18.344	21.327	18.069	17.591	0,4	-0,8	-0,7	-15,3	-2,6
Dünya	813.274	1.137.359	1.408.603	1.332.511	1.382.678	1.408.609	1.540.166	1.571.091	1.615.940	1.599.486	1.547.272	1,66	1,47	0,94	-1,02	-3,26
Toplam OECD	574.806	849.886	1.057.866	1.024.141	1.067.733	1.074.412	1.115.578	1.118.404	1.113.684	1.083.799	1.028.934	0,9	0,1	-0,4	-2,7	-5,1
Avrupa	535.690	608.865	657.033	438.494	446.142	438.743	432.390	415.447	437.027	443.505	424.104	-0,5	-0,1	-0,3	1,5	-4,4
Amerika	15.028	199.588	336.148	493.329	518.605	523.405	560.113	583.872	561.299	524.217	516.095	1,7	0,1	-0,1	-6,6	-1,5
Asya-Okyanusya	24.088	41.433	64.685	92.318	102.986	112.264	123.075	119.085	115.358	116.077	88.735	2,6	1,2	-2,3	0,6	-23,6
Toplam OECD Dışı	238.468	287.473	350.737	308.370	314.945	334.197	424.588	452.687	502.256	515.687	518.338	3,9	5,1	4,5	2,7	0,5
Avrupa-Avrasya	224.598	262.383	295.899	206.286	197.348	210.158	206.414	214.390	234.231	225.053	207.803	0,4	1,3	-0,1	-3,9	-7,7
Amerika	1.480	3.494	3.958	6.647	4.941	4.475	5.619	5.291	5.427	6.482	8.472	-2,3	2,8	6,6	19,4	30,7
UEA Toplam	574.677	849.846	1.048.313	1.010.531	1.053.809	1.061.609	1.102.394	1.102.728	1.095.465	1.066.490	1.011.911	0,9	0,1	-0,5	-2,6	-5,1
Avrupa	535.690	608.865	651.450	434.014	441.456	433.913	427.961	411.017	432.526	439.227	420.228	-0,5	-0,1	-0,3	1,5	-4,3
Amerika	14.899	199.548	332.178	484.199	509.367	515.432	551.358	572.626	547.581	511.186	502.948	1,7	0,0	-0,2	-6,6	-1,6
Asya-Okyanusya	24.088	41.433	64.685	92.318	102.986	112.264	123.075	119.085	115.358	116.077	88.735	2,6	1,2	-2,3	0,6	-23,6
Çin Dışı Asya	12.390	21.596	50.880	95.437	112.656	119.564	212.555	233.006	262.598	284.152	302.063	9,3	9,7	9,7	8,2	6,3



Şekil 9: Bölgeler itibariyle şlam dahil kahverengi kömür üretim büyüme hızları (Kaynak UEA)

düşmüş görünmektedir¹⁷. Önemli kahverengi kömür üreticilerinden Estonya, Bazı eski Yugoslavya ülkeleri, Çek Cumhuriyeti ve Yunanistan elektrik enerjisi üretiminin yarısına yakını kahverengi kömürden karşılarken, Romanya, Polonya, Bulgaristan, Slovenya, Almanya, Avustralya ve Macaristan elektrik enerjisi üretiminin önemli bir kısmını linyitten sağlamaktadırlar. [6]

4.2 Dünya Kömür Tüketimi

Dünyada pek çok yerde üretilen ve rekabete açık bir şekilde ticareti yapılan kömürün %76,8'i Çin, ABD, Hindistan, Rusya Federasyonu ve Japonya'dan oluşan beş ülke tarafından tüketilmektedir. Eğer bu listeye ikinci bir beş ülke olan Güney Afrika, Almanya, Güney Kore, Polonya ve Avustralya'yı eklersek, bu on ülke dünya kömür tüketiminin %86'sını gerçekleştirdiği görülecektir¹⁸. (Çizelge 12)

Yaşanan küresel krizin de etkisiyle 2009 yılında yaklaşık %10 azalarak 1.467 milyon ton kömür eşdeğeri (mtce) olarak gerçekleşen OECD ülkelerinin kömür tüketimi (2.148 Mton) takip eden yılda önemli ölçüde artsa da sonraki iki yılda tekrar düşüşe geçmiştir. 2006 yılında toplam kömürün %37'sini tüketen OECD üyesi ülkeler, 2012 yılına gelindiğinde %26 ile yetinmek zorunda kalmıştır. Tüketimin %42'si ABD'den kaynaklanmaktadır.

2009 yılında 3.270 mtce (5.539 Mton) olarak gerçekleşen OECD dışı ülkelerin kömür tüketimindeki artış hızı bir sonraki yıl iki katına çıkmasına rağmen, takip eden iki yılda artış hızında giderek azalma olmuştur. Çin 2006 yılında %63 olan tüketimdeki payını 2010 yılına gelindiğinde %69'a çıkarmıştır.

17 Çin UEA'ya gönderdiği soru formlarında linyit üretimini taşkömürü içerisinde rapor etmektedir. BGR kaynaklarına göre Çin'in 2013 yılı linyit üretimi 147 Mton olarak görülmektedir. Bu da Çin'i ABD'den sonra dünyanın ikinci büyük üreticisi yapmaktadır.

18 Coal Information 2013, IEA

Çizelge 12: Küresel Kömür Tüketimi (mtce)

	2009	2010	2011	2012 (g)	Büyüme Hızı (%)			
					2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012
OECD Ülkeleri								
ABD	693,6	718,2	683,9	608,4	-10,9	3,5	-4,8	-11,0
Japonya	144,7	163,8	153,8	161,7	-11,2	13,2	-6,1	5,1
Güney Kore	92,4	104,3	114,2	111,2	-17,8	12,9	9,5	-2,6
Almanya	100,1	106,6	107,9	108,8	12,5	6,5	1,2	0,8
Polonya	77,6	86,0	84,6	78,0	-8,5	10,8	-1,6	-7,8
Avustralya	74,9	71,5	68,8	70,3	-5,3	-4,5	-3,8	2,2
İngiltere	42,6	43,7	44,8	55,4	1,4	2,6	2,5	23,7
Türkiye	42,4	45,6	48,2	49,9	-16,5	7,5	5,7	3,5
Kanada	31,6	31,2	28,0	27,0	-18,1	-1,3	-10,3	-3,6
Çek Cumhuriyeti	24,8	25,9	25,7	24,5	-12,1	4,4	-0,8	-4,7
İtalya	18,5	20,4	23,0	22,5	-21,3	10,3	12,7	-2,2
İspanya	14,7	11,5	18,0	21,9	-18,8	-21,8	56,5	21,7
Fransa	15,0	16,1	13,5	15,7	54,6	7,3	-16,1	16,3
Meksika	11,2	13,3	14,0	13,8	-43,4	18,8	5,3	-1,4
İsrail[1]	10,2	10,6	11,1	13,2	-9,7	3,9	4,7	18,9
Yunanistan	12,0	11,2	11,3	11,7	0,8	-6,7	0,9	3,5
Hollanda	10,6	10,6	10,4	11,4	-4,5	0,0	-1,9	9,6
Şili	5,0	6,6	7,6	8,0	-19,4	32,0	15,2	5,3
Estonya	4,2	5,5	5,8	5,8	-	31,0	5,5	0,0
Diğer OECD	40,7	41,3	40,0	38,5	-9,6	1,5	-3,1	-3,8
OECD Dışı Ülkeler								
Çin (Hong Kong Hariç)	2.200,8	2.430,1	2.665,5	2.794,8	8,4	10,4	9,7	4,9
Hindistan	401,9	442,2	463,7	492,9	9,2	10,0	4,9	6,3
Rusya Federasyonu	137,3	165,8	167,5	189,5	-19,1	20,8	1,0	13,1
Güney Afrika	146,9	144,2	140,7	140,2	-2,5	-1,8	-2,4	-0,4
Ukrayna	49,5	56,0	61,1	65,8	-14,7	13,1	9,1	7,7
Kazakistan	45,2	48,8	53,3	59,0	-7,9	8,0	9,2	10,7
Tayvan (Chinese Taipei)	54,5	58,1	58,4	57,8	-4,4	6,6	0,5	-1,0
Endonezya	43,6	43,5	45,0	45,3	18,5	-0,2	3,4	0,7
Kuzey Kore	23,4	22,3	22,7	23,0	-3,7	-4,7	1,8	1,3
Tayland	21,3	23,1	25,9	22,7	-3,2	8,5	12,1	-12,4
Malezya	15,1	20,9	22,3	22,2	11,0	38,4	6,7	-0,4
Brezilya	15,2	18,9	19,9	21,1	-16,0	24,3	5,3	6,0
Vietnam	17,9	20,9	22,2	19,5	7,2	16,8	6,2	-12,2
Filipinler	8,3	10,9	11,8	15,0	-15,3	31,3	8,3	27,1
Hong Kong (Çin)	10,9	9,1	11,0	11,1	9,0	-16,5	20,9	0,9
Sırbistan	10,8	10,3	11,9	10,7	-8,5	-4,6	15,5	-10,1
Romanya	10,2	9,0	10,7	10,3	-19,7	-11,8	18,9	-3,7
Bulgaristan	9,1	9,8	11,5	9,6	-14,2	7,7	17,3	-16,5
Diğer OECD Dışı	48,8	53,4	57,0	61,3	4,7	9,4	6,7	7,5
Avrupa Birliği	377,6	395,4	404,5	411,5	-13,7	4,7	2,3	1,7
Toplam UEA	1.434,2	1.505,9	1.473,9	1.415,1	-10,0	5,0	-2,1	-4,0
Toplam OECD	1.467,0	1.544,0	1.514,4	1.458,0	-9,8	5,2	-1,9	-3,7
Toplam OECD Dışı	3.270,3	3.597,3	3.882,0	4.071,6	5,0	10,0	7,9	4,9
DÜNYA	4.737,3	5.141,3	5.396,4	5.529,6	-0,1	8,5	5,0	2,5

Kaynak: 2009 verileri Coal Information 2012, 2010-2012 verileri Coal Information 2013

Yüksek ısı değeri, düşük nem ve kül içeriği ve koklaşabilir olmasından dolayı uluslararası ticarete daha uygun olan taşkömürünün 2008 ve 2009 yıllarında azalan ve takip eden yılda 2005 yılından beri en yüksek artışı gösteren tüketim hızı 2011 yılında önce %5,8'e ve 2012 yılında %3'e düşmüştür. 2012 yılında tek başına toplam tüketimin %60'ını gerçekleştiren Çin ile ikinci büyük tüketici olan Hindistan toplamdaki paylarını 1971 yılına göre üç kattan fazla artırma başarısı gösterirken, üçüncü sırada yeralan ABD'nin payı aynı dönemde %21'den %6'ya düşmüştür. 2,6 kat azalarak %10,8'e düşmüştür. Dünya taşkömürü üretiminin %73'ünü gerçekleştiren bu üç ülke, aynı zamanda toplam tüketimin de %75'ini gerçekleştirmektedir. Bu üç ülkeye Güney Afrika ve Japonya dahil edilirse toplam tüketimin %83'üne ulaşılır. (Çizelge 13)

Bölgesel bazda, 1971 yılında toplam taşkömürü tüketiminin %48'inden sorumlu olan OECD dışı ülkeler, 2012 yılına gelindiğinde bu oranı %82'ye çıkarma başarısı göstermişlerdir. Bu artışta toplamdaki payını %18'den %60'a çıkaran Çin'in etkisi büyüktür.

Antrasit ve diğer bitümlü kömürlerin oluşturduğu buhar kömürü genelde üç sahada kullanılmaktadır:

- Santrallerde elektrik ve buhar üretmek amacıyla, (üretilen buharın çoğu üçüncü kişilere, özellikle de bölgesel ısıtma amacıyla satılmaktadır)
- Sanayi, konut, ticarethaneler, tarım ve ulaştırma gibi nihai tüketim sektörlerinde ısı ve/veya buhar üretmek amacıyla ve
- Çok küçük bir miktarı yüksek fırınlarda pulverize kömür enjeksiyonunda ve bazen de koklaşabilir kömürle karıştırılarak kullanılmaktadır.

Koklaşabilir kömür ise daha çok kok fırınlarında kok üretmek amacıyla; Almanya, Polonya ve Türkiye gibi bazı ülkelerde ise, bir bölümü santrallerde elektrik üretmek için ve çok az bir kısmı da nihai tüketim sektörlerinde ısı ve/veya buhar elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. [6]

Genelde bulunduğu yerde elektrik enerjisi üretmek amaçlı kullanılan kahverengi kömürün 2009 yılında bir önceki yıla göre azalan tüketimi, 2011 yılında 1.567 Mton ile tarihi zirvesini yaptıktan sonra 2012 yılında %1,6 azalarak 1.542 Mton olarak gerçekleşmiştir. Taşkömürünün aksine, kahverengi kömür tüketiminin %70'i OECD tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu oran 1971 yılından beri hemen hemen hiç değişmemiştir. 1971 yılında OECD içinde %90 olan Avrupa'nın payı, varolan rezervlerin üretim sonucu giderek tüketilmesiyle, 2012 yılına gelindiğinde %41'e düşerken, söz konusu dönem başında payı %2 olan Amerika'nın payı %48'e çıkmıştır. Bu sonuçta tüketime sunulan toplam küresel kömürün %45'ini tüketen Almanya'nın payının %12'ye düşmesi, ABD'nin payının ise bu dönemde %1'den %30'a çıkmasının etkisi büyüktür.

212 yılı sonu itibarıyla, küresel üretiminin %45'ini üreten ABD, Hindistan ve Almanya, toplam tüketimin de yarısından sorumludurlar. Son on yılda üretimini iki kat artırarak 2011 yılında üretimde ikinciliği Almanya'dan devralan Endonezya ise tüketimde ancak yedinci sırada yer almaktadır. Dünyanın yedinci büyük üreticisi olan Türkiye ise aynı zamanda altıncı büyük tüketici konumundadır. (Çizelge 14)

Çizelge 15 ve Çizelge 16 küresel ölçekte, taşkömürü ve kahverengi kömürün, üretimden nihai tüketime genel dengesini vermektedir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere dünyada üretilen kömürün %65'i yakını elektrik ve ısı üretiminde kullanılmaktadır. Bu oran taşkömüründe %60'larda kalırken kahverengi kömürlerde %90'ları geçmektedir.

Çizelge 13: Dünya taşkömürü tüketimi ve önemli tüketici ülkeler (Mton)

	1971	1980	1990	2000	2002	2009	2010	2011	2012	1971-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010	2002-2012	2011-2012
Çin (Hong Kong Dahil)	389.160	626.013	1.058.560	1.343.583	1.460.420	2.947.576	3.232.294	3.554.089	3.698.020	5,4	5,4	2,4	9,2	9,7	4,0
Hindistan	72.218	102.737	205.722	332.185	357.357	594.899	603.962	617.176	648.902	4,0	7,2	4,9	6,2	6,1	5,1
ABD	446.505	467.788	510.241	529.313	502.354	407.091	420.348	400.352	356.230	0,5	0,9	0,4	-2,3	-3,4	-11,0
Güney Afrika	57.222	86.961	124.900	157.135	151.603	192.164	190.235	186.340	185.157	4,8	3,7	2,3	1,9	2,0	-0,6
Japonya	81.400	87.699	115.692	153.637	162.681	164.634	186.676	175.419	183.785	0,8	2,8	2,9	2,0	1,2	4,8
Rusya	-	-	240.033	142.222	147.085	116.437	147.544	152.082	176.091	n.a.	n.a.	-5,1	0,4	1,8	15,8
G. Kore	12.750	27.790	43.894	66.212	72.234	103.299	114.958	126.679	123.620	9,0	4,7	4,2	5,7	5,5	-2,4
Kazakistan	-	-	85.806	41.652	45.633	67.530	72.732	77.696	79.815	n.a.	n.a.	-7,0	5,7	5,8	2,7
Polonya	114.044	163.778	120.231	83.371	82.258	75.730	84.788	83.527	76.070	4,1	-3,0	-3,6	0,2	-0,8	-8,9
Ukrayna a	-	-	139.440	65.887	63.259	61.377	66.095	72.929	73.586	n.a.	n.a.	-7,2	0,03	1,5	0,9
Birleşik Krallık	147.755	123.610	106.722	59.839	58.640	48.786	51.447	51.500	64.328	-2,0	-1,5	-5,6	-1,5	0,9	24,9
Almanya	118.105	96.385	86.965	68.963	62.768	53.416	61.675	58.921	60.400	-2,2	-1,0	-2,3	-1,1	-0,4	2,5
Tayvan	4.059	5.956	17.230	42.055	48.080	54.187	58.999	53.492	49.258	4,4	11,2	9,3	3,4	0,2	-7,9
Türkiye	4.786	4.630	8.146	15.526	13.830	22.043	25.323	26.232	31.460	-0,4	5,8	6,7	5,0	8,6	19,9
Vietnam	2.558	4.052	3.951	7.808	9.851	22.397	26.146	27.818	29.244	5,2	-0,3	7,0	12,8	11,5	5,1
Dünya	2.166.417	2.618.449	3.211.639	3.416.484	3.540.170	5.211.306	5.639.669	5.968.027	6.145.347	2,1	2,1	0,6	5,1	5,7	3,0
Toplam OECD	469.596	494.800	535.758	559.130	525.686	426.119	441.606	423.424	377.718	0,6	0,8	0,4	-2,3	-3,3	-10,8
Avrupa	120.901	143.524	196.153	268.411	280.195	303.296	335.992	335.796	340.851	1,9	3,2	3,2	2,3	2,0	1,5
Amerika	1.046.168	1.433.941	1.991.659	2.218.389	2.374.704	4.173.286	4.528.406	4.872.816	5.072.177	3,6	3,3	1,1	7,4	7,9	4,1
Asya-Okyanusya	482.181	552.068	502.362	258.433	265.782	252.719	294.453	311.168	337.563	1,5	-0,9	-6,4	1,3	2,4	8,5
Toplam OECD Dışı	6.967	10.819	17.613	20.215	19.861	22.083	26.521	28.407	27.018	5,0	5,0	1,4	2,8	3,1	-4,9
Avrupa-Avrasya	104.182	150.149	275.640	423.649	460.515	745.101	770.811	777.312	807.873	4,1	6,3	4,4	6,2	5,8	3,9
Toplam UEA	63.313	93.107	136.423	170.528	166.111	203.573	201.915	198.762	197.959	4,4	3,9	2,3	1,7	1,8	-0,4
Çin Dışı Asya	529.712	546.184	488.069	370.554	359.585	308.605	333.665	335.990	354.601	0,3	-1,1	-2,7	-1,0	-0,1	5,5
Afrika	469.596	494.800	535.758	559.130	525.686	426.119	441.606	423.424	377.718	0,6	0,8	0,4	-2,3	-3,3	-10,8
Orta Doğu	120.901	143.524	196.153	268.411	280.195	303.296	335.992	335.796	340.851	1,9	3,2	3,2	2,3	2,0	1,5

Çizelge 14: Dünya kahverengi kömür tüketimi ve önemli tüketici ülkeler (Mton)

	1971	1980	1990	2000	2002	2009	2010	2011	2012	1971-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010	2002-2012	2011-2012
ABD	7.890	182.379	305.708	437.078	469.319	511.402	529.354	519.948	464.016	41,8	5,3	3,6	1,9	-0,1	-10,8
Almanya	367.582	391.753	364.050	169.942	182.940	169.857	169.743	176.304	185.176	0,7	-0,7	-7,3	0,0	0,1	5,0
Hindistan	3.226	5.059	14.985	24.824	26.010	55.250	72.933	92.924	125.974	5,1	11,5	5,2	11,4	17,1	35,6
Avustralya	23.180	39.569	62.770	90.555	97.862	120.597	116.351	111.744	113.423	6,1	4,7	3,7	2,5	1,5	0,6
Rusya Federasyonu	..	..	134.047	88.257	73.615	70.225	76.276	77.569	77.550	n.a.	n.a.	-4,1	-1,4	0,5	0,0
Türkiye	4.212	15.801	46.178	64.406	52.045	76.651	70.285	74.938	69.329	15,8	11,3	3,4	0,9	2,9	-7,5
Polonya	30.854	35.308	67.391	59.488	58.168	57.084	56.593	62.708	64.155	1,5	6,7	-1,2	-0,5	1,0	2,3
Yunanistan	10.926	22.692	52.053	64.564	68.718	65.213	57.704	59.978	61.910	8,5	8,7	2,2	-1,1	-1,0	3,2
Endonezya	0	112	4.172	22.036	29.019	56.865	56.975	47.819	56.066	n.a.	43,6	18,1	10,0	6,8	17,2
Çek Cumhuriyeti	78.834	79.822	71.772	50.372	46.903	44.238	43.732	44.101	42.563	0,1	-1,1	-3,5	-1,4	-1,0	-3,5
Sırbistan	..	..	45.800	37.106	38.392	39.037	37.532	42.077	38.614	n.a.	n.a.	-2,1	0,1	0,1	-8,2
Romanya	13.800	27.364	36.872	29.313	30.785	34.076	31.413	37.809	34.817	7,9	3,0	-2,3	0,7	1,2	-7,9
Bulgaristan	26.256	29.704	31.778	25.844	24.973	27.171	29.445	36.996	32.970	1,4	0,7	-2,0	1,3	2,8	-10,9
Kanada	7.351	15.911	30.260	40.465	44.816	39.457	37.793	33.647	31.917	9,0	6,6	2,9	-0,7	-3,3	-5,1
Tayland	445	1.525	12.457	17.586	19.540	17.843	18.041	20.257	18.656	14,7	23,4	3,5	0,3	-0,5	-7,9
Dünya	819.972	1.137.643	1.426.406	1.331.879	1.374.757	1.489.974	1.513.882	1.566.652	1.542.001	3,7	2,3	-0,7	1,3	1,2	-1,6
Toplam OECD	582.403	851.122	1.073.325	1.031.820	1.076.010	1.124.471	1.122.633	1.128.784	1.074.865	4,3	2,3	-0,4	0,8	0,0	-4,8
Avrupa	542.945	611.508	667.820	446.872	446.177	432.786	416.658	439.466	443.833	1,3	0,9	-3,9	-0,7	-0,1	1,0
Amerika	15.370	198.330	339.938	487.113	526.495	564.786	582.143	569.472	511.736	32,9	5,5	3,7	1,8	-0,3	-10,1
Asya-Okyanusya	24.088	41.284	65.567	97.835	103.338	126.899	123.832	119.846	119.296	6,2	4,7	4,1	2,4	1,4	-0,5
Toplam OECD Dışı	237.569	286.521	353.081	300.059	298.747	365.503	391.249	437.868	467.136	2,1	2,1	-1,6	2,7	4,6	6,7
Avrupa-Avrasya	224.300	262.034	297.871	208.160	197.368	207.406	213.007	238.402	223.705	1,7	1,3	-3,5	0,2	1,3	-6,2
Toplam UEA	1.370	2.788	4.786	6.813	4.678	4.660	5.737	5.833	7.314	8,2	5,6	3,6	-1,7	4,6	25,4
Çin Dışı Asya	11.899	21.699	50.424	85.086	96.701	153.437	172.505	193.550	236.059	6,9	8,8	5,4	7,3	9,3	22,0

Çizelge 15: Dünya taşkömürü dengesi (Mton)

	1971	1980	1990	2000	2002	2009	2010	2011	2012
ÜRETİM	2.173.702	2.649.902	3.236.328	3.304.809	3.527.058	5.286.226	5.621.629	6.010.835	6.194.973
Antrasit	n.a.	5.200	41.028	27.990	33.198	77.699	85.312	97.827	96.272
Kok Kömürü	n.a.	560.947	599.538	477.070	475.260	783.478	914.152	972.676	987.226
Diğer Bitümlü Kömür	n.a.	2.083.755	2.595.762	2.799.749	3.018.600	4.425.049	4.622.165	4.940.332	5.111.475
TOPLAM TÜKETİM	2.166.417	2.618.449	3.211.639	3.416.484	3.540.170	5.211.306	5.639.669	5.968.027	6.145.347
Antrasit	n.a.	4.135	42.970	29.662	37.454	86.508	85.503	104.677	102.556
Kok Kömürü	n.a.	558.036	554.971	476.367	471.235	767.676	880.505	935.018	951.012
Diğer Bitümlü Kömür	n.a.	2.056.278	2.613.698	2.910.455	3.031.481	4.357.122	4.673.661	4.928.332	5.091.779
ELEKTRİK VE ISI	741.514	1.065.100	1.566.319	2.050.424	2.124.554	3.133.809	3.299.828	3.500.805	3.581.421
Antrasit	n.a.	1.355	37.531	16.541	17.656	23.608	25.007	28.708	30.448
Kok Kömürü	n.a.	10.833	22.029	22.004	22.981	32.068	35.470	43.849	48.404
Diğer Bitümlü Kömür	n.a.	1.052.912	1.506.759	2.011.879	2.083.917	3.078.133	3.239.351	3.428.248	3.502.569
KOK FIRINLARI	510.105	538.918	507.411	478.688	488.276	712.475	784.486	847.861	859.774
Antrasit	n.a.	0	2.080	3.768	5.198	4.787	6.093	5.598	5.709
Kok Kömürü	n.a.	536.690	465.550	407.353	408.755	665.587	757.124	804.573	820.827
Diğer Bitümlü Kömür	n.a.	2.228	39.781	67.567	74.323	42.101	21.269	37.690	33.238
DİĞER ÇEVİRİM VE ENERJİ	127.725	69.185	140.799	132.813	195.556	264.660	432.379	467.749	537.380
Antrasit	n.a.	0	104	1.160	1.247	2.768	2.842	6.306	3.048
Kok Kömürü	n.a.	7.817	11.192	25.457	22.500	31.652	45.273	43.969	41.381
Diğer Bitümlü Kömür	n.a.	61.368	129.503	106.196	171.809	230.240	384.264	417.474	492.951
NİHAİ KÖMÜR TÜKETİMİ	787.073	945.246	997.110	754.559	731.784	1.100.362	1.122.976	1.151.612	1.166.772
Antrasit	n.a.	2.780	3.255	8.193	13.353	55.345	51.561	64.065	63.351
Kok Kömürü	n.a.	2.696	56.200	21.553	16.999	38.369	42.638	42.627	40.400
Diğer Bitümlü Kömür	n.a.	939.770	937.655	724.813	701.432	1.006.648	1.028.777	1.044.920	1.063.021
SANAYİ	392.034	506.959	556.508	533.401	515.512	807.153	845.417	883.415	880.615
Antrasit	n.a.	1.743	2.404	6.377	10.909	51.558	47.499	59.657	58.810
Kok Kömürü	n.a.	2.090	55.194	20.223	15.862	36.377	40.937	40.848	38.747
Diğer Bitümlü Kömür	n.a.	503.126	498.910	506.801	488.741	719.218	756.981	782.910	783.058
KONUT VE HİZMETLER	267.702	317.512	291.434	141.560	137.717	167.085	162.803	166.055	171.804
Antrasit	n.a.	608	577	1.621	2.246	3.414	3.601	3.991	4.159
Kok Kömürü	n.a.	331	779	463	446	188	142	117	81
Diğer Bitümlü Kömür	n.a.	316.573	290.078	139.476	135.025	163.483	159.060	161.947	167.564
ULAŞTIRMA	64.888	49.259	26.166	8.292	7.991	6.390	6.321	6.424	6.128
Antrasit	n.a.	112	25	-	-	-	1	-	6
Kok Kömürü	n.a.	275	11	40	39	-	-	-	-
Diğer Bitümlü Kömür	n.a.	48.872	26.130	8.252	7.952	6.390	6.320	6.424	6.122
TARIM/BALIKÇILIK	57.499	56.927	86.631	33.949	36.795	72.810	61.166	48.176	60.831
Antrasit	n.a.	317	115	43	58	79	88	73	57
Kok Kömürü	n.a.	-	5	3	-	167	80	150	-
Diğer Bitümlü Kömür	n.a.	56.610	86.511	33.903	36.737	72.564	60.998	47.953	60.774
ENERJİ DIŞI	4.950	14.589	36.371	37.357	33.769	46.924	47.269	47.542	47.394
Antrasit	n.a.	-	134	152	140	294	372	344	319
Kok Kömürü	n.a.	-	211	824	652	1.637	1.479	1.512	1.572
Diğer Bitümlü Kömür	n.a.	14.589	36.026	36.381	32.977	44.993	45.418	45.686	45.503

Çizelge 16: Dünya kahverengi kömür dengesi (Mton)

	1971	1980	1990	2000	2002	2009	2010	2011	2012
ÜRETİM	813.274	1.137.359	1.408.603	1.332.511	1.382.678	1.540.166	1.571.091	1.615.940	1.599.486
Yarı Bitümlü Kömür	n.a.	180.897	291.022	488.519	539.953	700.137	729.891	725.265	710.683
Linyit	n.a.	956.462	1.117.581	843.992	842.725	840.029	841.200	890.675	888.803
TOPLAM TÜKETİM	819.972	1.137.643	1.426.406	1.331.879	1.374.757	1.489.974	1.513.882	1.566.652	1.542.001
Yarı Bitümlü Kömür	n.a.	180.359	297.372	482.339	533.145	650.913	677.330	672.949	656.638
Linyit	n.a.	957.284	1.129.034	849.540	841.612	839.061	836.552	893.703	885.363
ELEKTRİK VE ISI	498.571	840.611	1.125.951	1.259.114	1.283.630	1.381.177	1.395.315	1.462.582	1.446.096
Yarı Bitümlü Kömür	n.a.	160.931	270.076	479.721	511.053	607.205	627.634	646.396	632.366
Linyit	n.a.	679.680	855.875	779.393	772.577	773.972	767.681	816.186	813.730
DİĞER ÇEVİRİM VE ENERJİ	181.996	162.466	153.064	640	19.920	30.122	40.014	26.378	22.674
Yarı Bitümlü Kömür	n.a.	542	-867	-24.045	-5.865	3.303	12.197	-4.189	-4.884
Linyit	n.a.	161.924	153.931	24.685	25.785	26.819	27.817	30.567	27.558
NİHAİ KÖMÜR TÜKETİMİ	139.405	134.566	147.391	72.125	71.207	78.675	78.553	77.692	73.231
Yarı Bitümlü Kömür	n.a.	18.886	28.163	26.663	27.957	40.405	37.499	30.742	29.156
Linyit	n.a.	115.680	119.228	45.462	43.250	38.270	41.054	46.950	44.075
SANAYİ	87.759	77.444	83.419	50.981	49.895	58.516	58.861	56.861	53.314
Yarı Bitümlü Kömür	n.a.	15.571	23.122	22.756	24.247	36.054	33.169	27.295	25.938
Linyit	n.a.	61.873	60.297	28.225	25.648	22.462	25.692	29.566	27.376
KONUT VE HİZMETLER	34.448	38.213	42.010	14.313	15.608	14.840	14.705	16.196	15.253
Yarı Bitümlü Kömür	n.a.	1.476	765	1.140	1.086	1.464	1.490	1.285	1.032
Linyit	n.a.	36.737	41.245	13.173	14.522	13.376	13.215	14.911	14.221
ULAŞTIRMA	3.794	884	337	278	221	443	440	331	380
Yarı Bitümlü Kömür	n.a.	113	183	203	143	400	389	277	335
Linyit	n.a.	771	154	75	78	43	51	54	45
TARIM/BALIKÇILIK	12.811	17.200	20.956	5.961	5.056	4.836	4.513	4.266	4.247
Yarı Bitümlü Kömür	n.a.	1.718	4.093	2.564	2.481	2.481	2.451	1.885	1.851
Linyit	n.a.	15.482	16.863	3.397	2.575	2.355	2.062	2.381	2.396
ENERJİ DIŞI	593	825	669	592	427	40	34	38	37
Yarı Bitümlü Kömür	n.a.	8	-	-	-	6	-	-	-
Linyit	n.a.	817	669	592	427	34	34	38	37

Üretilen taşkömürünün %14'ü ise kok fabrikalarında kullanılmaktadır. Bilindiği üzere demir-çelik sektörü yüksek fırınlarda pik demir üretmek amacıyla kok kömürü kullanmaktadır. Ancak kok kömürünün elde edilmesindeki zorluklar ve göreceli yüksek fiyatı nedeniyle 1980'li yılların ikinci yarısından sonra pulverize kömürün doğrudan yüksek fırınlara püskürtülmesi yoluyla gerekli demir indirgeme işleminin sağlanması yoluna gidilmesi sonucunda kok kömürünün payında bir miktar azalma kaydedilmiştir.

Bu uygulama birçok yönden faydalı olmaktadır. Öncelikle ekonomik olarak daha ucuz olması ve bir tonunun yaklaşık 1,4 ton kok kömürüne denk gelmesi demir-çelik üreticileri için önemli bir avantaj sağlamıştır. Ayrıca daha az kok kömürü elde edildiğinden kok fabrikalarının da ömrünü uzatmıştır.

Dünyadaki pek çok kok fırınının ekonomik ömrünün sonuna gelmekte olduğu ve yerine kurulacak olanların ya da revizyona gidilecek olanların katı çevre koşulları da dahil olmak üzere

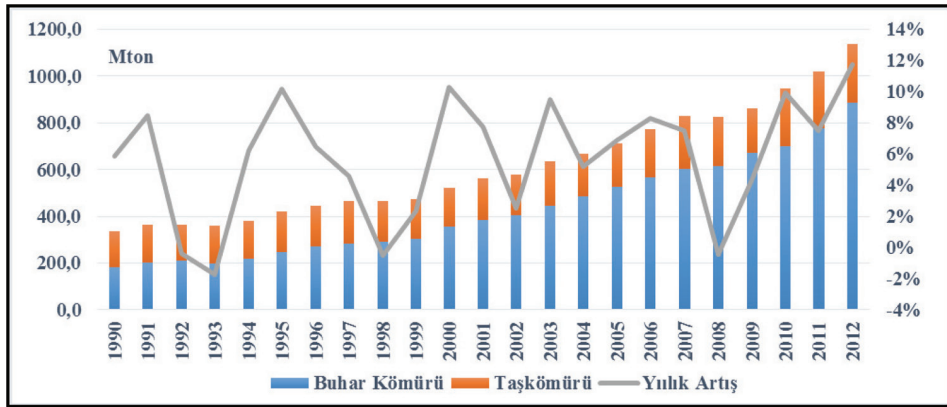
önemli bir ekonomik yük getireceği hesaba katılırsa bunun önemi daha iyi anlaşılabacaktır.[6]

OECD ülkelerinin kokluk kömür tüketimi de benzer nedenlerden dolayı azalma eğilimine girmiştir. Ayrıca geleneksel entegre tesislerin yerine hızla ark ocaklı tesislerin devreye girmesi ve entegre tesislerin OECD dışı ülkelere kayması diğer nedenler arasında sayılabilir. Son on yılda (2002-2012) tüketimini iki kat artıran Çin ve %2,5 azaltan ABD ve Almanya ile %2.2 azaltan Japonya bunun en güzel örnekleridir.

2012’de üretilen toplam kömürün %12’si sanayide kullanılmışken yalnızca %2’si konut ve hizmetler sektöründe kullanılmıştır. Konut ve hizmetlerde tüketilen kömürün toplam üretilen kömüre olan oranı 70 ve 80’lerde %10 iken bu oranın %2’lere kadar gerilemesinin ana nedeni doğal gazın özellikle 90’lı yıllardan sonra hızla pazara girmesidir.

4.3 Dünya Kömür Ticareti

Ticari olarak 50’den fazla ülkede üretilen ve 70’den fazla ülkede tüketilen kömür küresel bir sanayi içinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu anlamda küresel ticaretin de bir oyuncusu konumunda olan kömür tüm dünyada yaygın olarak alınıp satılmakta, çok uzak piyasalara dahi deniz yoluyla taşınabilmektedir. (Şekil 10)



Şekil 10: Yıllar itibariyle denizaşırı kömür taşımacılığı (Kaynak IEA-Coal 2013)

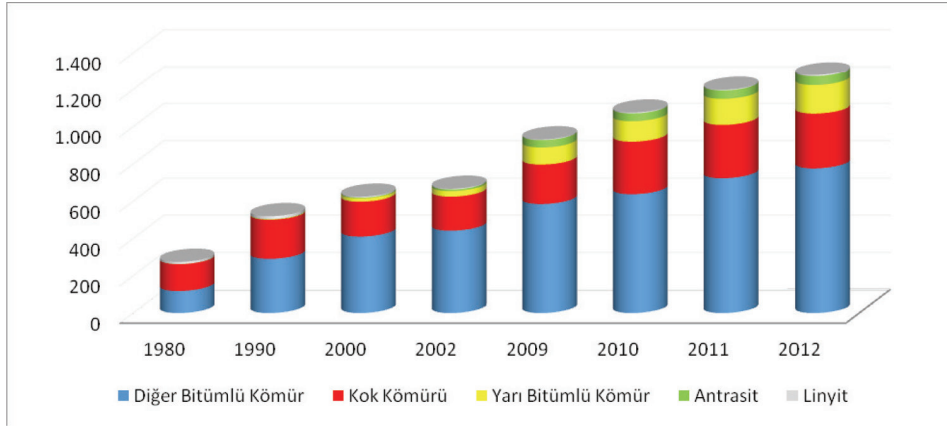
Ancak taşıma söz konusu olduğunda kömürün ne yolla tüketim noktalarına ulaştırılacağı kömürün nerede kullanılacağı ısı değerine ve taşınacak uzaklığa bağlıdır. Kömür kısa mesafelere kamyon ya da konveyör aracılığıyla taşınırken, uzak mesafeler söz konusu olduğunda raylı sistemler ya da deniz taşımacılığı öne çıkmaktadır. Bir başka alternatif yol ise öğütülmüş kömürü su ile karıştırılarak boru hattı yoluyla taşınmasıdır. Bu son yöntem ile ilgili olarak ABD dünyanın en büyük ve en uzun boru hattına (440 km) sahip olup, 1970 yılından beri, her yıl 5 Mton kömürü bu yolla Arizona’dan Nevada’ya taşımaktadır.

Düşük kalorili olduğundan dolayı çok daha fazla taşıma maliyeti gerektiren ve bu yüzden genellikle bulunduğu yerde elektrik enerjisi üretim amaçlı tüketilen linyit kısa mesafelere

kamyon veya konveyör aracılığıyla taşınırken uzun mesafelerde raylı taşımacılık ön plana çıkmaktadır. Ayrıca bir miktar taşkömürü de karayolu ya da raylı sistemle ülkeler arası taşınabilmektedir. Doğu Avrupa ile Avrasya, Kazakistan ile Rusya ve Rusya ile Polonya arasındaki buhar kömürü ticareti karasal taşımacılığın örneklerindendir. Buna karşın büyük miktarda metalürjik kömür (2011 tahmini 20 Mton) Moğolistan'dan Çin'e bu yolla taşınmaktadır¹⁹.

Son yirmi yıla bakıldığında, buhar kömürlerinin deniz aşırı taşımacılığı her yıl ortalama %7,5 artarken, koklaşabilir kömürlerde %2,5 oranında artmaktadır. Bu da uluslararası ticaretin üretimdeki dalgalanmalardan ve küresel krizlerden etkilenmediğini göstermektedir.

Ticarete konu olan kömürün beşte üçünü diğer bitümlü kömür, beşte birini ise kok kömürü oluşturmaktadır. (Şekil 11)



Şekil 11: Dünya kömür ihracatı (Mton)

Taşıma maliyeti toplam teslim fiyatının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu yüzden buhar kömürünün uluslararası ticareti iki bölgesel pazar tarafından yürütülmektedir:

- İngiltere, Almanya ve İspanya başta olmak üzere Batı Avrupalı ithalatçı ülkelerin bulunduğu Atlantik Pazarı ile
- Japonya, Kore ve Tayvan'ın başı çektiği kalkınmakta olan ve OECD üyesi Asyalı ithalatçı ülkelerden oluşan Pasifik Pazarı. Avustralya ve Amerika kıtasının batısı da bu gruptadır. Pasifik pazarı denizyolu buhar kömürü ticaretinin yaklaşık %57'sini oluşturmaktadır²⁰.

Rusya ve Güney Afrika konumları gereği her iki pazarla da ilişkilendirildiğinden esnek (swing) pazarlar olarak isimlendirilmektedir. 21. Yüzyılın başlarında Güney Afrika'nın ihracatı %80 oranında Pasifik pazarına yönelirken, Rusya'nın ihracatının büyük bir kısmı ise Avrupa'ya yapılmaktaydı. Ancak Asya'nın artan talebi, Güney Afrika ve Rusya'nın ihracatlarını Pasifik pazarına yönlendirmesine neden olmuştur.

19 Coal Medium Term Market Report 2012, IEA 2012.

20 <http://www.worldcoal.org/coal/market-amp-transportation>, January 2015.

80'li yılların ilk yarısında %60'larda olan dünya denizyolu kömür ticareti payının, hızla artarak 90'lı yılların ilk çeyreğinde %80'e ve 2005 sonrasında %90'a ulaştığı görülmektedir. 80'li yılların ilk yarısında buhar kömürünün ancak yarısı denizyolu ile taşınırken, koklaşabilir

Çizelge 17: Dünya kömür ticareti (Mton)

	Buhar Kömürü		Koklaşabilir Kömür		Taşkömürü*	
	Toplam	Denizyolu	Toplam	Denizyolu	Toplam	Denizyolu
1986	269,7	143,5	172,9	130,5	442,6	274,1
1987	270,0	143,1	174,3	133,7	444,2	276,7
1988	286,6	155,3	191,9	149,8	478,5	305,0
1989	298,5	166,1	190,9	152,0	489,5	318,1
1990	308,3	183,0	199,1	153,8	509,6	337,1
1991	297,3	201,0	193,3	164,3	492,4	365,9
1992	296,2	209,9	172,8	153,9	480,6	364,3
1993	261,5	197,0	186,5	160,6	450,1	358,2
1994	273,8	216,7	182,9	163,2	458,2	380,5
1995	303,7	246,4	193,9	172,1	498,3	418,8
1996	323,3	270,9	195,0	174,7	520,8	445,8
1997	344,6	284,5	200,7	181,4	545,8	466,0
1998	365,7	292,3	186,2	171,3	554,0	464,3
1999	360,9	302,1	185,0	172,4	547,7	475,0
2000	424,1	355,6	183,3	167,7	609,2	523,5
2001	457,0	382,5	199,1	181,3	657,8	563,9
2002	466,0	405,6	187,6	172,4	654,0	578,1
2003	514,1	442,5	205,9	190,4	720,3	633,0
2004	557,6	486,0	197,3	179,9	755,7	666,4
2005	597,2	524,8	206,4	186,8	806,1	711,8
2006	648,7	566,1	222,8	204,4	876,7	773,6
2007	681,5	602,8	246,8	225,5	935,1	832,9
2008	704,2	613,1	234,2	211,6	948,5	832,4
2009	749,4	670,4	210,2	190,4	962,9	861,5
2010	784,6	699,3	281,2	247,1	1.069,7	946,9
2011	835,5	774,5	281,2	243,0	1.136,8	1.017,8
2012	967,4	887,3	288,1	249,7	1.258,4	1.137,4
1990-2000 YBBO (%)	3,24	6,87	-0,82	0,87	1,80	4,50
2000-2010 YBBO (%)	6,35	7,00	4,37	3,95	5,79	6,11
2002-2012 YBBO (%)	7,58	8,14	4,38	3,77	6,76	7,00

Buhar Kömürü+Koklaşabilir Kömür+Linyit

Kaynak: Coal 2013

kömürün neredeyse dörtte üçü denizyolu ile taşınmaktaydı. Ancak günümüzde her iki tür kömürün de aşağı yukarı %90'ının denizyolu ile taşındığı görülmektedir.

2012 yılı geçici rakamlarına göre 1.137 Mton olarak gerçekleşen dünya denizyolu kömürü ticaretinin 887 Mton'unu buhar kömürü. 250 Mton'unu ise koklaşabilir kömür oluşturmaktadır. Diğer ulaştırma araçlarıyla yapılan taşkömürü ticaretinin hacmi 121 Mton olup, bu, toplam ticaretin yalnızca %11'ine karşılık gelmektedir. 2008 küresel krizden ciddi oranda etkilenen kömür ticareti sonraki yıllarda toparlanarak yükselmeye devam etmiştir. (Çizelge 17)

Dünya kömür ihracatı 1971-2013 arasında yılda yaklaşık 7 kat artarak 1.333 Mton'a ulaşmasına rağmen, bu toplam tüketilen kömürün %16'sına karşılık gelmektedir²¹.

Söz konusu dönem başında toplamdaki payı %80 olan OECD ülkelerinin payı giderek azalmış ve günümüzde %40'ın altına düşmüştür. OECD ülkeleri içinde Avrupa'nın payı %40'dan %6,4'e düşerken Amerika'nın payı %40'dan %30'a düşmüştür. Buna karşın Asya Okyanusya'nın payı, özellikle Avustralya'nın etkisiyle %16'an %65'e çıkmıştır. 2013 yılında OECD ülkeleri tarafından ihraç edilen toplam 514,5 Mton kömürün 336,3 Mton'u tek başına Avustralya tarafından gerçekleştirilmiştir. OECD dışı ülkeler içinde 2013 yılı ihracatın yarısını gerçekleştiren Endonezya başı çekerken, %17'sini gerçekleştiren Rusya ikinci sırada yer almaktadır. (Çizelge 18)

Dünya taşkömürü ihracatında 1971 yılında payı %12,6 olan Avustralya'nın payı giderek artarak 90 yılların sonunda ve 2000'li yılların başında %30'lara çıkmış, 2005 sonrasında bir miktar azalsa da 2013 yılında %29 olarak gerçekleşmiştir. Başlangıçta herhangi bir ihracatı olmayan Endonezya da özellikle 200'li yıllardan sonra yaptığı yatırımlar sonucu payını giderek artırarak %23'e çıkarma başarısı göstermiştir. Bu iki ülke 2013 yılı dünya taşkömürü ihracatının yarısından sorumludur. Toplam ihracattaki payını 2005 sonrasında %10'un üzerine çıkaran Rusya ile birlikte bu oran %60 olmaktadır. Çin'in artan talebini karşılamaya çalışan Rusya'nın ihracatı bir önceki yıla göre 3,2 Mton artarak 105,6 Mton'a ulaşmıştır. Rusya bu miktarla en büyük üçüncü ihracatçı olmuştur.

Bir başka dikkat çekici ülke ise ihracattaki payını %31'den 2010 yılında %7'ye düşüren ABD'dir. Ancak ABD'de son dönemde kaya gazı ve kaya petrolü ile ilgili olarak son dönemde yaşanan gelişmeler, üretimde düşüşe yol açarken, düşen fiyatlar sonucu ihracatın artmasına ve küresel pastadaki payın bir iki puan yükselmesine neden olmuştur. Bu aynı zamanda 2003 yılında 8. Sırada yer alan ABD'nin Rusya'nın ardından dördüncü sıraya gelmesini de açıklamaktadır.

1990 yılında yedinci büyük taşkömürü ihracatçısı olan Çin, 2000 yılına geldiğinde 3. sıraya kadar yükselmiş ancak artan talebini karşılamak amacıyla, bir taraftan ithalatı artarken, diğer taraftan ihracatı son on yılda yaklaşık 13 kat azalmıştır. 2003 yılında Avustralya'nın ardından 2. sırada bulunan Çin, 2013 yılına gelindiğinde ancak 13. sırada yer bulabilmiştir. Aynı dönemde, başta dünyanın üçüncü büyük taşkömürü ihracatçısı olan Güney Afrika ise 6. sıraya kadar düşmüştür.

1971-2013 arasında dünya toplam kahverengi kömür ihracatı yıllık ortalama %9,6 artışla, 3,7

21 Uluslararası Enerji Ajansı istatistiklerine göre, toplam ihracat ile toplam ithalat arasında bir miktar fark oluşmaktadır. Bu ülkelerin sınıflandırmalarından, transit taşımacılıkta kayıt dışı tutulan miktarlar ve ülkelerin raporlamadaki farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 18: Dünya taşkömürü ihracatı (Bton)

	1971	1980	1990	2000	2002	2003	2009	2010	2011	2012	2013 (g)
Avustralya	20.824	42.384	103.396	186.962	204.334	208.750	261.747	292.621	284.536	301.521	336.302
Endonezya	-	73	3.013	40.326	50.357	59.154	149.396	169.151	225.467	245.200	269.328
Rusya Federasyonu	n.a.	n.a.	56.051	36.737	43.497	54.625	105.552	132.275	123.762	130.268	138.980
ABD	52.637	83.227	95.912	51.927	28.674	30.558	47.965	67.105	91.250	105.888	95.367
Kolombiya	19	1.429	13.505	35.391	36.510	45.644	66.756	68.148	79.273	83.295	74.299
Güney Afrika	1.444	28.159	49.900	69.910	69.231	71.531	51.977	66.396	68.807	76.009	72.382
Kanada	7.008	15.269	31.000	32.082	26.804	28.280	28.450	33.299	33.552	34.648	36.470
Kazakistan	n.a.	n.a.	51.480	34.281	26.975	32.572	28.295	29.372	30.064	30.322	32.540
Moğolistan	n.a.	n.a.	-	-	-	-	7.094	16.650	23.723	24.360	17.323
Vietnam	450	640	789	3.251	6.049	6.300	24.992	19.747	17.163	15.216	12.008
Hollanda	1.381	1.547	2.512	9.559	8.568	7.295	4.732	5.866	12.608	13.722	10.815
Kuzey Kore	-	100	500	360	557	755	3.002	4.638	11.178	12.011	16.703
Çin (Hong Kong Dahil)	2.870	6.320	17.290	55.057	83.887	93.986	22.348	21.308	21.692	11.754	7.312
Polonya	30.300	30.355	28.065	23.245	22.623	20.119	8.396	9.965	7.007	7.070	10.835
Ukrayna	n.a.	n.a.	22.217	2.320	3.092	2.912	5.290	6.194	6.991	6.114	5.633
Dünya	165.816	263.113	502.224	601.847	633.525	684.053	836.705	961.923	1.055.443	1.118.306	1.156.633
Toplam OECD	131.162	196.464	275.652	314.380	303.752	307.549	365.716	422.650	441.807	475.349	501.202
Avrupa	50.370	55.453	45.001	41.851	42.004	37.750	25.513	27.196	30.308	30.862	30.960
Amerika	59.646	98.496	126.918	84.013	55.481	58.838	76.420	100.409	124.811	140.752	131.842
Asya-Okyanusya	21.146	42.515	103.733	188.516	206.267	210.961	263.783	295.045	286.688	303.735	338.400
Toplam OECD Dışı	34.654	66.649	226.572	287.467	329.773	376.504	470.989	539.273	613.636	642.957	655.431
Avrupa-Avrasya	29.318	29.400	139.397	73.350	73.573	90.121	139.184	167.964	160.944	166.793	177.479
Amerika	19	1.429	15.371	43.321	43.854	52.392	69.764	70.726	81.366	84.411	76.376
Çin Dışı Asya	680	924	4.448	45.293	58.563	67.918	187.177	212.239	279.840	300.157	317.434
Afrika	1.767	28.576	50.066	70.384	69.873	72.067	52.494	66.921	69.486	79.509	76.685
Orta Doğu	-	-	-	62	23	20	22	115	308	333	145

Kaynak:UEA

Mton'dan 176,7 Mton'a ulaşmıştır. Bu miktarın %97'sini yarı bitümlü kömür oluşturmaktadır. Daha önce bahsedildiği üzere linyit düşük kalorisi, yüksek nem ve kül içeriği nedeniyle büyük oranda üretildiği yerde elektrik ve ısı üretmek üzere tüketilmektedir. Dolayısı ile kahverengi kömür ihracatı denilince büyük oranda yarı bitümlü kömürden bahsedileceği açıktır. Ancak miktarı çok az da olsa linyitten bahsetmek gerekirse; 90'lı yıllardan sonra azalan üretimi ile birlikte ihracatı da azalan ve 2012 yılına kadar dünyanın en büyük linyit ihracatçısı olan Çek Cumhuriyeti'nin, 2013 yılında bu unvanını özellikle ihracatını son iki yılda önemli ölçüde artıran Rusya Federasyonu'na devrettiğini vurgulamak gerekir. (Çizelge 19)

1971 yılında kahverengi kömür ihracatının ihracatın hemen hemen tamamını gerçekleştiren OECD ülkeleri zaman içinde bu üstünlüklerini tamamen OECD dışı ülkeler terk etmişlerdir. 2013 yılında gerçekleştirilen toplam kahverengi kömür ihracatının yalnızca %7,5'i OECD'den kaynaklanmaktadır. Burada da ABD'nin katkısı %85'dir.

2013 yılında kahverengi kömür ihracatında ilk beş sırayı alan ülkelerin Rusya Federasyonu hariç 1971 yılında hiç ihracatlarının olmaması, Filipinler hariç 80'li yıllardan sonra küçük miktarlarda ihracata başlamaları şaşırtıcıdır.

Bugün toplam kahverengi kömür ihracatının %90'ına yakınıni gerçekleştiren Endonezya tartışmasız lider konumundadır. Özellikle 2001 yılında ihracatta sağladığı muazzam artış ile ikinci sıraya yerleşen ABD bu üstünlüğünü korumayı başarmıştır.

90'lı yılların ilk yarısına kadar ihracatta lider ülke olan Çek Cumhuriyeti, bu üstünlüğünü önce ilk sıraya yerleşen Endonezya'ya kaptırmış, 2000'li yıllardan sonra da ABD'nin gerisine düşmüştür.

Uzun yıllar Çek Cumhuriyetini takip eden Rusya Federasyonu ise 2012 yılı itibariyle Çek Cumhuriyetini geçme başarısı göstermiştir.

İlk defa 2007 yılında 799 bin ton ile ihracat başlayan Filipinlerin bu miktarı altı yılda dört kat artırarak üçüncü sıraya yerleşmesi ve 2010 ile 2012 yıllarına gerçekleştirdiği ihracat ile dördüncü sırada yer alan Kazakistan'ın 2011 ve 2012 yıllarında gösterdiği çok düşük ihracat miktarları ise şaşırtıcıdır.

1980'li yıllara kadar önemli bir ihracatçı olan Polonya ise sonrasında ihracatını önemli ölçüde düşürmüştür. 1971 yılında ihracatın tamamına yakınıni Polonya yaparken, sonraki yıllarda Polonya'nın ihracatı giderek azalmış, hatta 80'li yıllarda ve 2000'li yılların ilk yarısında sıfıra inmiştir. Bugün çok az da olsa ihracat yapan Polonya Macaristan'ın arkasından 7. Sırada bulunmaktadır.

1971-2013 arasında yıllık ortalama %5 artarak 1.366 Mton'a ulaşan dünya kömür ithalatında, payı başlangıçta %80 olan OECD ülkeleri, özellikle Çin'in artan talebi karşısında bu üstünlüklerini koruyamayarak zaman içinde %40'ın altına inmişlerdir. İthalatın %91'ini taşkömürü kalanını ise kahverengi kömür içermektedir. (Çizelge 20)

Kahverengi kömür ithalatının %97'si ise ihracatta olduğu gibi yarı bitümlü kömür kaynağıdır. İlk defa 2003 yılında ithalata başlayan Rusya Federasyonu, 2013'e gelindiğinde %40 pay ile ilk sırayı almaktadır. Rusya Federasyonunu Sırbistan ve Slovak Cumhuriyeti takip etmektedir. 90'lı yılların son çeyreğine kadar dünyanın en büyük linyit ithalatçısı Slovak Cumhuriyeti, bu üstünlüğünü Almanya'ya bırakmıştır. Almanya'nın talebi sonrasında hızla azalarak yok denecek seviyeler kadar düşmüştür. 2000'li yılların başında Özbekistan'ın artan talebi

Çizelge 19: Dünya kahverengi kömür ihracatı (Bton)

	1971	1980	1990	2000	2002	2003	2009	2010	2011	2012	2013 (g)
Endonezya	-	40	1.647	16.471	22.624	28.734	84.035	98.050	130.757	142.194	156.783
ABD	-	59	70	1.134	7.253	8.458	5.647	7.027	6.053	8.186	11.372
Filipinler	-	-	-	-	-	-	1.994	4.099	2.736	3.173	3.401
Rusya Federasyonu	n.a.	n.a.	3.134	1.592	783	1.317	893	526	831	1.422	1.775
Çek Cumhuriyeti	-	9.064	9.239	2.768	1.949	1.083	1.175	1.056	1.144	1.203	1.196
Macaristan	103	44	1	2	-	14	41	3	7	75	234
Polonya	3.561	1.569	193	9	41	36	68	115	145	134	218
Almanya	13	11	179	1	1	1	38	0	5	276	179
Moğolistan	n.a.	n.a.	490	0	0	0	20	73	152	368	165
Kazakistan	n.a.	n.a.	-	147	87	184	309	1.924	286	2.339	163
Kanada	8	-	9	0	120	109	133	139	176	158	109
Bulgaristan	4	-	-	0	5	0	8	43	86	91	84
Özbekistan	n.a.	n.a.	-	27	29	20	37	37	39	39	39
Yunanistan	-	-	-	21	-	-	-	-	10	18	17
Kosova	n.a.	n.a.	n.a.	13	17	18	-	18	20	-	14
Dünya	3.714	11.525	17.682	22.526	33.483	40.824	95.266	114.158	143.569	160.887	176.671
Toplam OECD	3.710	11.087	10.144	4.007	9.401	9.762	7.180	8.353	7.559	10.050	13.336
Avrupa	3.702	11.028	10.065	2.873	2.028	1.195	1.327	1.187	1.321	1.706	1.855
Amerika	8	59	79	1.134	7.373	8.567	5.780	7.166	6.229	8.344	11.481
Asya-Okyanusya	-	-	-	-	-	-	73	-	9	-	-
Toplam OECD Dışı	4	438	7.538	18.519	24.082	31.062	88.086	105.805	136.010	150.837	163.335
Avrupa-Avrasya	4	397	5.401	1.873	1.229	2.157	1.659	3.174	1.913	4.545	2.075
Çin Dışı Asya	-	41	2.137	16.646	22.853	28.905	86.427	102.631	134.097	146.292	161.260

Kaynak: Coal 2010

Çizelge 20: Dünya taşkömürü ithalatı

	1971	1980	1990	2000	2002	2003	2009	2010	2011	2012	2013 (g)
Çin (Hong Kong Dahil)	30	1.993	10.931	8.236	19.976	21.774	138.171	194.676	234.771	301.137	341.024
Japonya	46.500	68.570	107.650	150.787	162.682	168.395	164.636	186.680	175.421	183.788	195.589
Güney Kore	56	5.032	22.847	59.426	67.957	71.664	99.420	113.501	124.935	121.434	124.705
Hindistan	-	550	6.046	20.930	23.260	21.683	75.320	80.472	81.088	83.349	92.867
Tayvan	11	4.637	18.527	40.708	46.570	49.529	52.835	58.911	53.644	48.544	57.445
Almanya	16.088	16.155	13.580	27.948	32.607	34.739	38.475	45.725	47.845	49.034	50.440
Birleşik Krallık	4.241	7.334	14.783	23.446	28.687	31.891	38.167	26.540	32.528	44.816	49.402
Türkiye	-	945	5.557	12.990	11.693	16.166	20.364	21.333	23.678	29.195	27.747
Hollanda	3.199	7.156	17.440	22.539	21.678	21.620	19.906	20.440	24.463	24.358	25.775
Rusya	n.a.	n.a.	53.210	25.518	20.866	25.217	23.808	24.859	30.344	28.602	24.745
Malezya	16	84	2.259	3.082	5.460	5.485	14.477	20.737	21.881	22.558	23.064
İtalya	12.034	17.197	20.445	19.015	19.211	20.562	18.914	21.712	23.261	24.062	19.704
Tayland	-	95	250	3.684	5.525	6.835	16.740	16.802	19.519	20.103	17.950
Brezilya	1.672	4.515	10.146	13.234	13.012	13.493	12.670	15.652	17.629	16.134	17.714
Fransa	13.636	29.410	19.389	18.980	18.142	16.768	15.408	17.579	14.427	15.856	16.959
Dünya	164.150	256.743	491.271	603.856	655.959	699.038	904.026	1.024.919	1.095.464	1.180.645	1.246.605
Toplam OECD	141.247	218.644	313.221	452.810	481.908	510.957	527.506	562.903	582.706	600.967	608.794
Avrupa	77.898	126.676	160.219	196.449	205.317	219.162	217.444	217.112	238.205	255.073	250.514
Amerika	16.789	18.363	18.506	36.215	33.130	39.349	34.100	33.248	31.801	26.833	25.797
Asya-Okyanusya	46.560	73.605	134.496	220.146	243.461	252.446	275.962	312.543	312.700	319.061	332.483
Toplam OECD Dışı	22.903	38.099	178.050	151.046	174.051	188.081	376.520	462.016	512.758	579.678	637.811
Avrupa-Avrasya	17.897	21.543	118.513	41.113	37.855	46.396	38.469	44.687	51.680	51.222	47.975
Amerika	2.530	5.547	11.687	15.264	15.639	16.219	15.885	19.523	21.924	20.428	23.086
Asya	1.083	6.852	32.820	77.047	88.967	92.419	173.419	192.148	192.105	192.949	210.964
Afrika	1.359	1.304	3.873	8.491	10.608	10.277	9.472	9.544	10.056	10.909	11.144
Orta Doğu	4	860	226	895	1.006	996	1.104	1.438	2.222	3.033	3.618

Kaynak: Coal 2013

de dikkat çekicidir. Ancak bu uzun sürmemiştir. Bu yıllarda ilk kez linyit ithalatına başlayan ABD'nin talebi de ilerleyen yıllarda 100-130 bin ton aralığında sabit kalmıştır.

İlk defa 10,6 milyon ton ile 2008 yılında yarı bitümlü kömür ithalatına başlayarak -ki bu toplam küresel ithalatın dörtte birinden bir puan fazlaydı- bir anda ilk sıraya yerleşen Hindistan, bu talebini ilerleyen yıllarda sekiz kattan fazla artırarak, 2013 yılında toplam ithalatın %75'ine sahip olmuştur. Bu aynı zamanda yarı bitümlü kömür ithalatının %90'ının OECD dışı üyesi ülkelerde olmasını da açıklamaktadır. İthalatını 2012'de 16 Mton'a çıkaran Tayvan ise 2013 yılında gerçekleştirdiği 10.6 Mton ile ikinci sıradadır. 2008 küresel krizinde gösterdiği düşüşünden sonra, talebini tekrar 2005'li seviyelere ve üstüne çıkaran Meksika üçüncü sırada yer almaktadır. 2003 yılında 9,1 Mton ve %34 payla ilk sırada yer alan Kanada, 2008 yılında en yüksek değer olan 9.4 Mton'a ulaşsa da ancak ikinci sırada yer alabilmiş, sonrasında giderek azalan talebi neticesinde beşinci sıraya kadar düşmüştür. Yarı bitümlü kömür ihracatında üçüncü sırada yer alan Filipinlerin ithalatı da dördüncü sırada bulunması bir başka dikkat çekici noktadır.

Taşkömürü ithalatında ise 1971 yılında OECD'nin payı %86 iken zamanla Uzak Doğu'nun artan talebiyle giderek azalmış ve 2013 yılında %49'a kadar düşmüştür. Güney Kore OECD talebinin beşte birinden sorumlu iken, bu ülkeyi Almanya, İngiltere ve Türkiye takip etmektedir. 2013 yılında toplam OECD dışı ülkelerin ithalatının %53,5'ini gösteren Çin ile %14,5'inden sorumlu olan Hindistan bu grubun lokomotifidir.

2013 yılında Çin, Japonya ve Güney Kore 2009 yılında toplam ithalatın yarısını gerçekleştirmişlerdir. 1971-2013 arası dönem göz önüne alındığında Çin 2010 yılına kadar ithalatı ilk sırada yer alan Japonya'yı büyük bir hızla geçerek tartışmasız lider konumuna yükselmiştir. %27,4 oranındaki payı Japonya'nın 1971 yılındaki %28'lik payının hemen altındadır. Son on yılda Çin'in taşkömürü ithalatının her yıl ortalama %31,7 arttığı göz önüne alınırsa, Çin'in konumu daha iyi anlaşılacaktır. Japonya'nın Kobe depreminden sonra kömür ihtiyacının artacağı beklentisi ise, talep taraflı yönetim, halkın bu politikaya yaklaşımı ve nükleer karışıklığında geri adım atılmasıyla boşa çıkmıştır. Buna karşın Japonya %16 ile ikinci sıradadır.

1990'lı yılların başında küresel ithalattaki payı %5 olan Güney Kore, takip eden yıllarda payını iki katına çıkarak üçüncü büyük ithalatçı konumunu sürdürmüştür.

Bir başka dikkat çekici ülke olan Hindistan 1990 yılında 15. sıradayken 2000 yılında dokuzuncu, 2005 yılına gelindiğinde ise beşinci sıraya yerleşmiş, 2009 yılı itibarıyla dünyanın dördüncü büyük taşkömürü ithalatçısı olmuştur.

Hindistan'ı takip eden Tayvan'ın ithalatı 2011 ve 2012 yıllarında düşse de 2013 yılında gösterdiği %18'lik artış ile 2010 seviyesine yaklaşmıştır.

Taşkömürü ithalatı 200-2010 arasında yıllık ortalama %5 artıran Almanya, son on yılda bu oranı %2,9'a düşürerek, 2013 yılını 6. sırada tamamlamıştır.

Taşkömürü ithalatı 2009'da %13, 2010'da ise %30 azalan İngiltere, sonraki iki yılda %23 ve %38 artış hızını yakalamış, 2013 yılında ise %10 artışla 7. büyük ithalatçı olmuştur.

1990 yılına göre ithalatını iki kat artıran Türkiye, 2000 yılını 11. sırada, 2005-2008 arasında 13. ve 14. sırada, 2009 yılını ise 20 Mton ile 9. sırada tamamlamış, 2012 ve 2013'de ise dünyanın 8. Büyük taşkömürü ithalatçısı konumuna yükselmiştir.

2013’de, Çin, Japonya, Hindistan ve Güney Kore kokluk taşkömürünün %69’unu gerçekleştirirken, küresel kokluk kömür ithalatının %2,1’inden sorumlu olan Türkiye 10. sırada yer almaktadır.

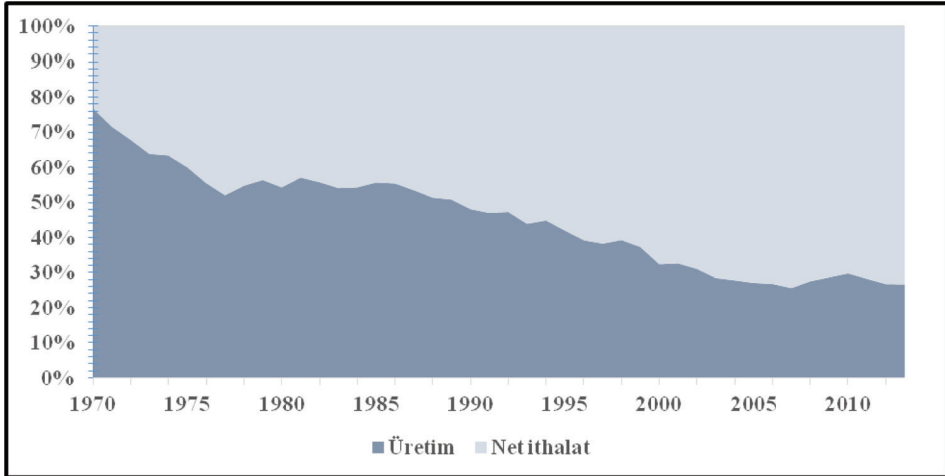
Aynı yıl, toplam taşkömürü ithalatında olduğu gibi, dünya diğer bitümlü kömür ithalatının yarısından, ilk üç sırayı alan Çin, Japonya ve Güney Kore sorumludur. Türkiye %2,3 ile 9. sıradadır.

Toplam taşkömürü ithalatı içerisinde çok az bir yer tutan dünya antrasit ithalatının %70’ini ise yine Çin gerçekleştirirken, Çin’i Japonya ve Güney Kore takip etmektedir. Türkiye ise 2013 yılında dünyanın 6. büyük antrasit ithalatçısı olmuştur.

5 TÜRKİYE ENERJİYE GENEL BİR BAKIŞ

5.1 Birincil Enerji Üretimi

Türkiye’nin birincil enerji üretimi 1970-2013 arasındaki 43 yıllık dönemde yıllık ortalama %1,85 artış hızıyla iki kat artarak 14,5 Mtep’ten 31,9 Mtep’e ulaşmıştır. Ancak, aynı dönemde toplam tüketiminin yıllık ortalama %4,4 artış hızıyla altı katın üzerinde artması ve yerli kaynaklarımızın kısıtlı olması nedeniyle üretimin talebi karşılama oranı giderek azalmıştır. Türkiye, 1970 yılında toplan talebinin %77’sini kendi kaynaklarından karşılarken, 80’li yılların sonunda bu oran %50’ye düşmüş, 2013 yılında ise ihtiyacının ancak %26,5’ini kendi kaynaklarıyla karşılayabilmiştir.



Şekil 12: Üretimin talebi karşılama oranı²²

Üretimin ortalama yıllık artış hızı onar yıllık periyotlar halinde incelendiğinde, 1970-1980 arasında %1,8 gibi bir artış hızını, bir sonraki dönemde özellikle linyit üretimindeki artış kaynaklı iki katından fazla artırdığı (%3,9), ancak iki büyük ekonomik krizin ve Gülcük depreminin yaşandığı 1990-2000 arasında ise üretimin hemen hemen aynı kaldığı (%0,22) görülmektedir. 2000’li yılların özellikle ikinci yarısında linyit ve hidrolik enerjisiindeki üretim artışları

22 İhrakiye, net stok ve istatistiki hata ithalata dahil edilmiştir

Çizelge 21: Yıllar itibariyle kaynak bazında birincil enerji üretimi (orjinal bazda)

	Taşkö- mürü. (Bton)	Linyit (Bton)	Asfaltit (Bton)	Odun (Bton)	H. Bit. Art. (Bton)	Petrol (Bton)	Doğal- gaz (10 ⁶ m ³)	Hidro- lik (GWh)	Jeo. Elk. (GWh)	Bioya- kıt (Bton)	Rüzgar (GWh)	Jeo. Isı (Btep)	Güneş (Btep)
1970	4.573	5.782	36	12.816	9.253	3.542	-	3.033	-	-	-	23	-
1971	4.639	6.222	23	12.189	9.316	3.452	-	2.610	-	-	-	38	-
1972	4.641	7.342	168	13.503	9.514	3.388	-	3.204	-	-	-	38	-
1973	4.642	7.754	289	13.847	9.807	3.511	-	2.603	-	-	-	48	-
1974	4.965	8.354	394	14.500	10.088	3.309	-	3.356	-	-	-	50	-
1975	4.813	9.150	456	14.562	10.495	3.095	-	5.904	-	-	-	56	-
1976	4.632	11.146	443	14.734	11.002	2.595	15	8.375	-	-	-	58	-
1977	4.405	12.176	434	14.989	11.276	2.713	18	8.572	-	-	-	58	-
1978	4.295	15.122	297	15.248	11.750	2.736	22	9.335	-	-	-	60	-
1979	4.051	13.127	203	15.506	12.258	2.831	34	10.289	-	-	-	60	-
1980	3.598	14.469	558	15.765	12.839	2.330	23	11.348	-	-	-	60	-
1981	3.970	16.476	560	16.023	12.689	2.363	16	12.616	-	-	-	60	-
1982	4.008	17.804	860	16.760	12.607	2.333	45	14.167	-	-	-	82	-
1983	3.539	20.956	750	17.086	12.748	2.203	8	11.343	-	-	-	100	-
1984	3.632	26.115	225	17.256	11.978	2.087	40	13.426	22	-	-	178	-
1985	3.605	35.869	523	17.368	11.039	2.110	68	12.045	6	-	-	232	-
1986	3.526	42.284	607	17.570	11.343	2.394	457	11.873	44	-	-	304	5
1987	3.461	42.896	631	17.693	11.059	2.630	297	18.618	58	-	-	324	10
1988	3.256	35.338	624	17.711	10.987	2.564	99	28.950	68	-	-	340	13
1989	3.038	48.762	416	17.815	10.885	2.876	174	17.940	63	-	-	342	19
1990	2.745	44.407	276	17.870	8.030	3.717	212	23.148	80	-	-	364	28
1991	2.762	43.207	139	17.970	7.918	4.451	203	22.683	81	-	-	365	41
1992	2.830	48.388	213	18.070	7.772	4.281	198	26.568	70	-	-	388	60
1993	2.789	45.685	86	18.171	7.377	3.892	200	33.951	78	-	-	400	88
1994	2.839	51.533	0	18.272	7.074	3.687	200	30.586	79	-	-	415	129
1995	2.248	52.758	67	18.374	6.765	3.516	182	35.541	86	-	-	437	143
1996	2.441	53.888	34	18.374	6.666	3.500	206	40.475	84	-	-	471	159
1997	2.513	57.387	29	18.374	6.575	3.457	253	39.816	83	-	-	531	179
1998	2.156	65.204	23	18.374	6.396	3.224	565	42.229	85	-	6	582	210
1999	1.990	65.019	29	17.642	6.184	2.940	731	34.678	81	-	21	618	236
2000	2.392	60.854	22	16.938	5.981	2.749	639	30.879	76	-	33	648	262
2001	2.494	59.572	31	16.263	5.790	2.551	312	24.010	90	-	62	687	287
2002	2.319	51.660	5	15.614	5.609	2.442	378	33.684	105	-	48	730	318
2003	2.059	46.168	336	14.991	5.439	2.375	561	35.330	89	-	61	784	350
2004	1.946	43.709	722	14.933	5.278	2.276	708	46.084	93	-	58	811	375
2005	2.170	57.708	888	13.819	5.127	2.281	897	39.561	94	-	59	926	385
2006	2.319	61.484	452	13.411	4.984	2.176	907	44.244	94	2	127	898	403
2007	2.462	72.121	782	12.932	4.850	2.134	893	35.851	156	14	355	914	420
2008	2.601	76.171	630	12.264	4.883	2.160	1.017	33.270	162	20	847	1.011	420
2009	2.863	75.577	1.058	11.766	4.862	2.237	685	35.959	436	10	1.495	1.250	429
2010	2.524	69.698	1.177	11.306	4.960	2.544	682	51.795	668	7	2.916	1.391	432
2011	2.528	72.550	900	8.154	4.745	2.433	790	52.339	694	20	4.724	1.463	630
2012	2.292	68.125	1.044	7.834	4.788	2.324	632	57.865	899	26	5.861	1.463	768
2013	1.968	57.525	899	7.520	4.752	2.367	537	59.420	1.364	58	7.558	1.463	795

Çizelge 22: Yıllar itibariyle kaynak bazında birincil enerji üretimi (Btep)

	T. Kö- mürü	Linyit	Asfaltit	Odan	H. Bit. Art.	Petrol	Doğal- gaz	Hidrolik	Jeo Elekt- rik	Biyo- yakıt	Rüz- gar	Jeo. Isı	Güneş	Toplam	Büyüme Hızı (%)
1970	2.790	1.735	15	3.845	2.128	3.719	-	261	-	-	-	23	-	14.516	-0,85
1971	2.830	1.867	10	3.657	2.143	3.625	-	224	-	-	-	38	-	14.393	5,72
1972	2.831	2.203	72	4.051	2.188	3.557	-	276	-	-	-	38	-	15.216	2,85
1973	2.832	2.326	124	4.154	2.256	3.687	-	224	-	-	-	48	-	15.650	3,43
1974	3.029	2.506	169	4.350	2.320	3.474	-	289	-	-	-	50	-	16.188	1,76
1975	2.936	2.745	196	4.369	2.414	3.250	-	508	-	-	-	56	-	16.473	0,09
1976	2.826	3.004	190	4.420	2.530	2.725	14	720	-	-	-	58	-	16.488	2,46
1977	2.687	3.269	187	4.497	2.593	2.849	16	737	-	-	-	58	-	16.893	5,59
1978	2.620	4.057	128	4.574	2.703	2.873	20	803	-	-	-	60	-	17.838	-2,90
1979	2.471	3.343	87	4.652	2.819	2.973	31	885	-	-	-	60	-	17.321	0,21
1980	2.195	3.738	240	4.730	2.953	2.447	21	976	-	-	-	60	-	17.358	5,42
1981	2.422	4.271	241	4.807	2.918	2.481	15	1.085	-	-	-	60	-	18.299	4,85
1982	2.445	4.652	370	5.028	2.900	2.450	41	1.218	-	-	-	82	-	19.186	0,67
1983	2.159	5.378	323	5.126	2.932	2.313	7	975	-	-	-	100	-	19.313	5,22
1984	2.216	6.498	97	5.177	2.755	2.191	36	1.155	19	-	-	178	-	20.322	7,94
1985	2.199	8.212	225	5.210	2.539	2.216	62	1.036	5	-	-	232	-	21.935	7,31
1986	2.151	8.949	261	5.271	2.609	2.514	416	1.021	38	-	-	304	5	23.538	6,54
1987	2.111	9.827	271	5.308	2.544	2.762	270	1.601	50	-	-	324	10	25.077	-1,88
1988	2.212	8.603	268	5.313	2.527	2.692	90	2.490	58	-	-	340	13	24.607	4,66
1989	2.027	10.564	179	5.345	2.504	3.020	158	1.543	54	-	-	342	19	25.754	-1,07
1990	2.080	9.524	119	5.361	1.847	3.902	193	1.991	69	-	-	364	28	25.478	0,09
1991	1.827	9.117	60	5.391	1.821	4.674	185	1.951	70	-	-	365	41	25.501	5,07
1992	1.727	10.299	92	5.421	1.788	4.495	180	2.285	60	-	-	388	60	26.794	-1,32
1993	1.722	9.790	37	5.451	1.697	4.087	182	2.920	67	-	-	400	88	26.441	0,26
1994	1.636	10.471	0	5.482	1.627	3.871	182	2.630	68	-	-	415	129	26.511	0,78
1995	1.319	10.735	29	5.512	1.556	3.692	166	3.057	74	-	-	437	143	26.719	2,50
1996	1.382	10.899	15	5.512	1.533	3.675	187	3.481	72	-	-	471	159	27.386	3,01
1997	1.347	11.759	13	5.512	1.512	3.630	230	3.424	71	-	-	531	179	28.209	3,95
1998	1.143	12.792	10	5.512	1.471	3.385	514	3.632	73	-	-	582	210	29.324	-5,68
1999	1.030	12.242	12	5.293	1.422	3.087	665	2.982	70	-	2	618	236	27.659	-5,83
2000	1.060	11.418	9	5.081	1.376	2.887	582	2.656	65	-	3	648	262	26.047	-5,65
2001	1.145	11.124	13	4.879	1.332	2.679	284	2.065	77	-	5	687	287	24.576	-1,20
2002	1.047	10.311	2	4.684	1.290	2.564	344	2.897	90	-	4	730	318	24.281	-2,05
2003	1.132	9.501	144	4.497	1.251	2.494	510	3.038	76	-	5	784	350	23.783	2,31
2004	1.081	9.141	310	4.318	1.214	2.389	644	3.963	80	-	5	811	375	24.332	0,89
2005	1.184	9.648	382	4.146	1.179	2.395	816	3.402	81	-	5	926	385	24.549	8,27
2006	1.348	11.545	195	4.023	1.146	2.284	839	3.886	-	2	11	898	403	26.580	3,29
2007	1.089	13.372	336	3.880	1.116	2.241	827	3.217	-	12	31	914	420	27.454	6,39
2008	1.204	15.205	265	3.679	1.134	2.268	931	2.861	140	18	73	1.011	420	29.209	3,83
2009	1.294	15.632	476	3.530	1.136	2.349	627	3.092	375	9	129	1.250	429	30.328	7,12
2010	1.511	15.505	508	3.392	1.166	2.671	625	4.454	575	7	251	1.391	432	32.487	-0,79
2011	1.308	16.138	423	2.446	1.091	2.555	652	4.501	597	18	406	1.463	630	32.229	-0,82
2012	1.095	15.355	567	2.350	1.115	2.440	533	4.976	773	23	504	1.463	768	31.964	-0,06
2013	990	13.973	488	2.707	1.616	2.485	443	5.110	1.173	51	650	1.463	795	31.944	-0,85

sonucunda, son on yılın (2003-2013) yıllık bileşik büyüme oranı %3 olarak gerçekleşmiştir. Çizelge 21 ve Çizelge 22, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından oluşturulan denge tablolarına göre; Türkiye'nin birincil enerji üretimini yıllar itibarıyla ve kaynak bazında, hem orijinal bazda hem de bin ton petrol eşdeğeri olarak vermektedir.

Son on beş yıla bakıldığında 1999-2003 arasında sürekli olarak ve önemli ölçüde düşen üretimde, özellikle 2000'li yılların ikinci yarısında yaşanan artışı takip eden son üç yılda yeniden düşüş yaşanmıştır. Bu düşüşün kömür kaynaklı olduğu yukarıdaki çizelgelerden de açıkça görülmektedir.

1970'li yıllarda toplam üretimin %12'sini oluşturan linyitin payı giderek artarak, 2009 yılında %50'nin üzerine çıksa da 2013 yılında %44 olarak kaydedilmiştir. Buna karşın üretimde taş-kömürünün payı aynı dönemde %19'lardan giderek azalarak %3'lere düşmüştür.

1970-2012 döneminde yaklaşık 12 kat artan hidrolik enerji üretiminin toplam içindeki payı da yaklaşık dokuz kat artarak %1,8'den %16'ya çıkmıştır. Dönem içinde linyit ve hidrolikteki dalgalanmalar, elektrik enerjisi üretiminde, yağışlı ve kurak mevsimlerde birbirlerinin ikamesi olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Söz konusu dönem başında toplam üretimin dörtte birini oluşturan petrol üretimi %60 azalarak %8'in altına gerilemiştir.

1970'de toplam üretimin %41'ini odun ve hayvan bitki atıkları oluştururken, günümüzde bu oran %14'e kadar düşmüştür.

Jeotermal elektrik ve ısı, güneş, rüzgâr ve biyo yakıttan kaynaklanan enerji üretimi, 1970'lerde hemen hemen hiç yokken 2009'da %13'lük bir paya ulaşmıştır.

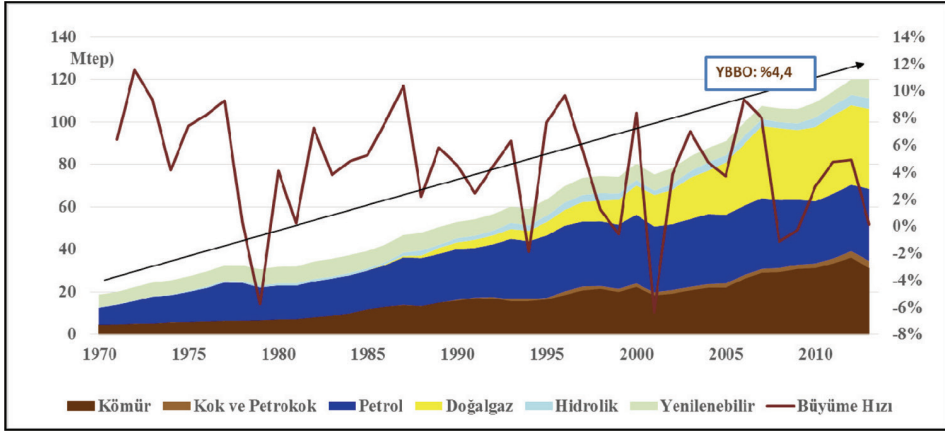
5.2 Birincil Enerji Tüketimi

Birincil enerji tüketimi ya da bir başka deyişle toplam tüketim, üretime ihrakiye dahil net ithalatın, net stok miktarının ve istatistiki hatanın eklenmesi ile oluşturulmaktadır.

1970 yılında ancak 18,9 Mtep olan birincil enerji tüketimi, 1990 yılında 53 Mtep'e, 2000 yılında 80 Mtep'e ve nihayetinde 2013 yılında 120,3 Mtep'e ulaşmıştır. Bu 43 yıllık dönemdeki yıllık bileşik büyüme oranı %4,4 olarak kaydedilmiştir. 1970 yılından 2013'e kadar tüketimde altı kez yaşanan gerilemenin (negatif büyümenin) dört tanesi son dört yılda yaşanmıştır. Türkiye'nin 1999 depremi ve hemen sonrasında yaşanan küresel krizin etkisi ile iki kez gerileyen toplam enerji tüketimi²³, 2008 ve 2009'da karşı karşıya kaldığı küresel krizin de etkisi ile bir kez daha gerilemiştir. 2010-2012 arasındaki toparlanma süreci sonunda 2013'de kaydedilen 0,16 gibi çok az bir büyüme oranı, küresel krizin etkilerinin tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de sürdüğünün bir göstergesidir.

Tüketimdeki yıllık bileşik büyüme oranı onar yıllık periyotlar halinde incelendiğinde; 1970-1980 döneminde, 1978 yılındaki durgunluk ve hemen sonrasındaki daralmaya rağmen yıllık

23 Türkiye toplam enerji tüketiminde yaşadığı ilk daralmayı 1978 yılında %5,7 gibi yüksek bir oranla yaşamıştır. Aslında bu bir önceki yıl başlayan ve üretimin neredeyse yerinde saydığı krizin yansımasıdır. İkinci daralmasını 1994 yılında %1,9 ile gören Türkiye, 1999 depreminden dolayı yaşamıştır (%0,58). Henüz depremin yaralarını saramayan Türkiye bir kez daha küresel kriz ile karşı karşıya kalınca tarihinin en büyük gerilemesini %6,33 ile 2001 yılında görmüştür.



Şekil 13: Kaynak bazında birincil enerji tüketimi ve büyüme oranı

ortalama %5,41 gibi yüksek bir artış ile tamamlanmış, bu artış hızı hemen sonrasındaki on yıllık periyotta da %5,18 gibi yüksek bir oranla devam etmiştir. Ancak artış hızı 1990-2000 döneminde önce %4,27'ye sonraki on yılda %3,1'e düşmüştür. 2003-2013 arasındaki on yıllık bileşik büyüme oranı ise %3,68'dir. Bu son 43 yıllık ortalamanın altında bir rakamdır.

Birincil enerji tüketimi kaynak bazında incelendiğinde, 1970'de %15 olan taşkömürünün payı her ne kadar 1990'lı yılların ilk yarısında %9'lara kadar düşse de daha sonra özellikle ithal kömür kaynaklı yeni santrallerin devreye girmesi ile tekrar yükselişe geçerek 70'lerdeki miktarını yakalama başarısı göstermiştir.

1970li yıllarda yaklaşık %10 olan linyitin payı sonraki on yıllık dönemde %20'lere kadar çıksa da, 90'lı yıllarda azalarak ikinci yarısında %16'lara, 2000'li yılların ilk iki çeyreğinde %10'lara kadar düşmüştür. Linyitin toplam tüketimdeki payı, 2000'li yılların son çeyreğinde tekrar %15'lere kadar çıksa da 2012 ve 2013'de düşüşe geçerek %11'e kadar inmiştir.

2000'li yılların ikinci çeyreğinde özel sektör tarafından devreye alınan tesisle birlikte asfaltit tüketimi de önceki yıllara göre büyük oranda artmıştır. Önümüzdeki yıllarda devreye girmesi beklenen ilave üniteler ve tesislerle birlikte bu rakam daha da artacaktır.

70'li yılların başında %42 olan petrolün payı, 1977'ye gelindiğinde %55'lere ulaşmış, sonrasında özellikle 80'li yılların ikinci çeyreğinden itibaren ise giderek azalmış, bir ara 90'lı yılların ikinci çeyreğinde biraz artsa da sonrasında azalmaya devam ederek, önce 2000 yılında %40'a, 2010'ların başında %27'lere düşmüştür.

Petrolün oranı düşerken, ilk kez 1987 yılında 438 milyon m3 ile ithal edilen doğal gaz, özellikle 2000'li yıllardan sonra ülkenin hayatına hızla girmiştir. 90'lı yılların başında toplam tüketimin %7'sini oluşturan doğal gaz, 2000'li yılların başında önce %17'lik bir paya sahip olmuş, bu yılların son çeyreğinde ve 2010'lu yılların ilk çeyreğinde %31'lik bir paya ulaşmıştır.

Türkiye'nin hidrolik enerjisi üretimi 1970-2000 arasındaki otuz yılda on kat artmış, sonraki 13 yılda ise yapılan yatırımlarla 2000 yılına göre iki kat daha artmıştır. Yani tüketilen miktar olarak 30 yılda geline düzeye bir sonraki 13 yılda ulaşılmıştır. Bununla birlikte toplam tüketim içindeki payı ancak %1,4'den %4,3'e çıkmıştır.

Çizelge 23: Kaynaklar itibarıyla birincil enerji tüketimi (orjinal bazda)

	T. Köm. (Bton)	Linyit (Bton)	Asfaltit (Bton)	Kök (Bton)	P.Kök (Bton)	Briket (B.Ton)	Odan (Bton)	H.Blt.Art. (Bton)	Petrol (Bton)	Doğalgaz (10 ⁶ m ³)	Hidrolik (GW/h)	Jeo.Elk. (GW/h)	Biyakıt (Bton)	Rüzgar (GW/h)	Elektrik (GW/h)	Jeo.ısı (Btep)	Güneş (Btep)
1970	4.727	5.772	36	38	-	-	12.816	9.253	7.579	0	3.033	-	-	-	-	23	-
1971	4.651	6.376	23	9	-	-	12.189	9.316	8.819	0	2.610	-	-	-	-	38	-
1972	4.638	7.355	168	35	-	-	13.503	9.514	10.215	0	3.204	-	-	-	-	38	-
1973	4.595	7.642	290	23	-	-2	13.847	9.807	11.995	0	2.603	-	-	-	-	48	-
1974	5.031	8.188	394	131	-	2	14.500	10.088	12.132	0	3.356	-	-	-	0	50	-
1975	4.959	8.973	456	-12	-	-	14.562	10.495	13.503	0	5.904	-	-	-	96	56	-
1976	5.005	10.998	443	-32	-	2	14.734	11.002	14.992	15	8.375	-	-	-	332	58	-
1977	5.057	11.675	434	40	-	-	14.989	11.276	17.230	18	8.572	-	-	-	492	58	-
1978	4.696	13.235	297	20	-	-	15.248	11.750	17.010	22	9.335	-	-	-	621	60	-
1979	4.898	13.882	203	-13	-	-	15.506	12.258	14.796	34	10.289	-	-	-	1.044	60	-
1980	4.630	15.243	558	17	-	-3	15.765	12.839	15.309	23	11.348	-	-	-	1.341	60	-
1981	4.522	16.179	560	2	-	-3	16.023	12.689	15.090	16	12.616	-	-	-	1.616	60	-
1982	5.044	17.716	861	-45	-	6	16.760	12.607	16.127	45	14.167	-	-	-	1.773	82	-
1983	5.336	20.663	750	-65	-	-2	17.086	12.748	16.705	8	11.343	-	-	-	2.221	100	-
1984	5.678	25.632	225	91	-	11	17.256	11.978	16.990	40	13.426	22	-	-	2.653	178	-
1985	6.189	34.767	523	92	-	-	17.368	11.039	17.270	68	12.045	6	-	-	2.142	232	-
1986	6.545	42.354	607	-26	-	11	17.570	11.343	18.688	457	11.873	44	-	-	777	304	5
1987	7.220	40.653	631	226	-	10	17.693	11.059	21.239	735	18.618	58	-	-	572	324	10
1988	7.525	33.080	624	37	-	-1	17.711	10.987	21.302	1.225	28.950	68	-	-	381	340	13
1989	6.825	47.557	409	5	-	-3	17.815	10.885	21.732	3.162	17.940	63	-	-	559	342	19
1990	8.191	45.891	287	99	354	6	17.870	8.030	22.700	3.418	23.148	80	-	-	-731	364	28
1991	8.824	48.851	139	123	341	-4	17.970	7.918	22.113	4.205	22.683	81	-	-	253	365	41

Çizelge 23: Kaynaklar itibarıyla birincil enerji tüketimi (orjinal bazda) (devamı)

	T. Köm. (Bton)	Linyit (Bton)	Asfaltit (Bton)	Kök (Bton)	P.Kök (Bton)	Briket (B.Ton)	Odun (Bton)	H.Bit.Art. (Bton)	Petrol (Bton)	Doğalgaz (10 ⁶ m ³)	Hidrolik (GW/h)	Jeo.Elk. (GW/h)	Biyakıt (Bton)	Rüzgar (GW/h)	Elektrik (GW/h)	Jeo.Isı (Btep)	Güneş (Btep)
1992	8.841	50.659	197	142	607	-1	18.070	7.772	23.660	4.612	26.568	70	-	-	-125	388	60
1993	8.545	46.086	102	130	981	-1	18.171	7.377	27.074	5.088	33.951	78	-	-	-376	400	88
1994	8.192	51.178	0	121	1.078	1	18.272	7.074	25.859	5.408	30.586	79	-	-	-539	415	129
1995	8.548	52.405	66	70	954	1	18.374	6.765	27.918	6.937	35.541	86	-	-	-696	437	143
1996	10.892	54.961	34	591	1.690	-	18.374	6.666	29.604	8.114	40.475	84	-	-	-73	471	159
1997	12.537	59.474	29	621	1.898	-	18.374	6.575	29.176	10.072	39.816	83	-	-	2.221	531	179
1998	13.146	64.504	23	592	1.241	-	18.374	6.396	29.022	10.648	42.229	85	-	6	3.000	582	210
1999	11.362	64.049	29	483	1.592	-	17.642	6.184	28.862	12.902	34.678	81	-	21	2.045	618	236
2000	15.525	64.384	22	667	1.517	-	16.938	5.981	31.072	15.086	30.879	76	-	33	3.354	648	262
2001	11.176	61.010	31	622	1.327	-	16.263	5.790	29.661	16.339	24.010	90	-	62	4.147	687	287
2002	13.830	52.039	5	566	1.744	-	15.614	5.609	29.776	17.694	33.684	105	-	48	3.153	730	318
2003	17.535	46.051	336	544	1.715	-	14.991	5.439	30.669	21.374	35.330	89	-	61	570	784	350
2004	18.904	44.823	722	343	1.866	-	14.393	5.278	31.729	22.446	46.084	93	-	58	-681	811	375
2005	19.421	56.571	738	436	2.168	-	13.819	5.127	31.062	27.171	39.561	94	-	59	-1.162	926	385
2006	22.798	60.184	602	435	1.981	-	13.411	4.984	31.395	31.187	44.244	94	2	127	-1.663	898	403
2007	25.388	72.317	632	481	1.877	-	12.932	4.850	32.143	36.682	35.851	156	14	355	-1.558	914	420
2008	22.720	75.264	630	219	2.339	-	12.264	4.883	30.877	36.928	33.270	162	20	847	-333	1.011	420
2009	23.698	75.641	1.010	64	2.684	-	11.766	4.862	29.845	35.800	35.959	436	10	1.495	-734	1.250	429
2010	25.568	69.239	1.046	179	2.777	-	11.306	4.960	28.359	38.129	51.795	668	7	2.916	-774	1.391	432
2011	26.228	73.933	865	569	2.620	-	8.154	4.745	29.031	44.710	52.339	694	20	4.724	911	1.463	630
2012	31.460	68.461	868	410	3.696	-	7.834	4.788	29.876	45.259	57.865	899	26	5.861	2.873	1.463	768
2013	28.178	55.201	767	397	3.956	-	7.520	4.752	32.283	45.610	59.420	1.364	56	7.558	6.202	1.463	795

Çizelge 24: Kaynaklar itibarıyla birincil enerji tüketimi (Btep)

T. Köm.	Linyit	Asfaltit	Kök	P.Kök	Odun	H.Bit. Art.	Petrol	Doğal-gaz	Hidrolik	Jeo.Elk.	Biyoyakıt	Rüzgar	Elektrik	Jeo.Isı	Güneş	Toplam
1970	2.883	1.732	15	27	-	3.845	2.128	7.958	0	261	-	-	-	23	-	18.872
1971	2.837	1.913	10	6	-	3.657	2.143	9.260	0	224	-	-	-	38	-	20.088
1972	2.829	2.207	72	25	-	4.051	2.188	10.726	0	276	-	-	-	38	-	22.411
1973	2.803	2.293	125	15	-	4.154	2.256	12.595	0	224	-	-	-	48	-	24.512
1974	3.069	2.456	169	93	-	4.350	2.320	12.739	0	289	-	-	-	50	-	25.535
1975	3.025	2.692	196	-8	-	4.369	2.414	14.178	0	508	-	-	8	56	-	27.437
1976	3.053	2.960	190	-21	-	4.420	2.530	15.742	14	720	-	-	29	58	-	29.695
1977	3.085	3.119	187	28	-	4.497	2.593	18.092	16	737	-	-	42	58	-	32.454
1978	2.865	3.491	128	14	-	4.574	2.703	17.861	20	803	-	-	53	60	-	32.571
1979	2.988	3.570	87	-9	-	4.652	2.819	15.536	31	885	-	-	90	60	-	30.708
1980	2.824	3.970	240	10	-	4.730	2.953	16.074	21	976	-	-	115	60	-	31.973
1981	2.758	4.181	241	0	-	4.807	2.918	15.845	15	1.085	-	-	139	60	-	32.049
1982	3.077	4.616	370	-29	-	5.028	2.900	16.933	41	1.218	-	-	152	82	-	34.388
1983	3.255	5.294	323	-47	-	5.126	2.932	17.540	7	975	-	-	191	100	-	35.697
1984	3.464	6.408	97	69	-	5.177	2.755	17.840	36	1.155	19	-	228	178	-	37.425
1985	3.775	7.933	225	64	-	5.210	2.539	18.134	62	1.036	5	-	184	232	-	39.399
1986	3.992	8.879	261	-13	-	5.271	2.609	19.622	416	1.021	38	-	67	304	5	42.472
1987	4.404	9.189	271	163	-	5.308	2.544	22.301	669	1.601	50	-	49	324	10	46.883
1988	5.204	7.932	268	25	-	5.313	2.527	22.590	1.115	2.490	58	-	33	340	13	47.910
1989	4.722	10.207	176	2	-	5.345	2.504	22.865	2.878	1.543	54	-	48	342	19	50.704
1990	6.150	9.765	123	72	269	5.361	1.847	23.901	3.110	1.991	69	-	-63	364	28	52.987
1991	6.501	10.572	60	84	259	5.391	1.821	23.315	3.827	1.951	70	-	22	365	41	54.278

Çizelge 24: Kaynaklar itibariyle birincil enerji tüketimi (Btep) (devam)

T. Köm.	Linyit	Asfaltit	Kök	P.Kök	Odun	H.Bit. Art.	Petrol	Doğal-gaz	Hidrolik	Jeo.Elk.	Biyoyakıt	Rüzgar	Elektrik	Jeo.Isı	Güneş	Toplam
1992	6.243	10.743	85	99	461	5.421	1.788	24.865	4.197	2.285	60	-	-11	388	60	56.684
1993	5.834	9.918	44	91	746	5.451	1.697	28.412	4.630	2.920	67	-	-32	400	88	60.265
1994	5.512	10.331	0	85	831	5.482	1.627	27.142	4.921	2.630	68	-	-46	415	129	59.127
1995	5.905	10.605	28	50	735	5.512	1.556	29.324	6.313	3.057	74	-	-60	437	143	63.679
1996	7.401	11.187	15	414	1.301	5.512	1.533	30.939	7.384	3.481	72	-	-6	471	159	69.862
1997	8.452	12.317	13	435	1.462	5.512	1.512	30.515	9.165	3.424	71	-	191	531	179	73.779
1998	8.921	12.631	10	414	955	5.512	1.471	30.349	9.690	3.632	73	-	258	582	210	74.709
1999	7.708	12.314	12	338	1.226	5.293	1.422	30.138	11.740	2.982	70	-	176	618	236	74.275
2000	9.933	12.519	9	467	1.168	5.081	1.376	32.297	13.729	2.656	65	-	3	648	262	80.500
2001	7.011	11.429	13	435	1.022	4.879	1.332	30.936	14.868	2.065	77	-	5	687	287	75.402
2002	8.836	10.435	2	396	1.343	4.684	1.290	30.932	16.102	2.897	90	-	4	730	318	78.331
2003	11.201	9.471	144	381	1.321	4.497	1.251	31.806	19.450	3.038	76	-	5	784	350	83.826
2004	12.326	9.450	310	240	1.437	4.318	1.214	32.922	20.426	3.963	80	-	5	811	375	87.818
2005	12.514	9.326	317	305	1.670	4.146	1.179	32.192	24.726	3.402	81	-	5	926	385	91.074
2006	14.721	11.188	259	305	1.526	4.023	1.146	32.551	28.867	3.886	-	2	11	898	403	99.642
2007	15.411	13.444	272	337	1.445	3.880	1.116	33.310	33.953	3.217	-	12	31	914	420	107.627
2008	14.179	15.003	265	149	1.795	3.679	1.134	31.915	33.807	2.861	140	18	73	1.011	420	106.421
2009	14.768	15.672	450	8	2.015	3.530	1.136	30.565	32.775	3.092	375	9	129	1.250	429	106.138
2010	15.479	15.385	460	114	2.093	3.392	1.166	29.221	34.907	4.454	575	7	251	1.391	432	109.260
2011	16.666	16.420	403	389	1.963	2.446	1.091	30.499	36.909	4.501	597	18	406	1.463	630	114.480
2012	20.316	15.433	471	275	2.800	2.350	1.115	31.205	37.373	4.976	773	23	504	1.463	768	120.093
2013	17.692	13.182	416	273	3.103	2.707	1.616	33.896	37.628	5.110	1.173	51	650	1.463	795	120.290

1970 yılında %32 olan odun, hayvan ve bitki atıklarının toplam payı, 1990 yılına geldiğinde %14'e, 2000 yılında %8'e ve 2013 yılında %3,5'e gerilemiştir.

2000'li yılların ikinci yarısında yenilenebilir enerji kaynaklarına sağlanan teşvikler sonucu rüzgar enerjisinde bir patlama olmuştur. 2003 yılında rüzgar kaynaklı elektrik enerjisi tüketimi yalnızca 61 GWh iken 2013 yılına gelindiğinde 7.558 GWh'e ulaşmıştır.

Benzer şekilde jeotermal kaynaklı elektrik enerjisi tüketimi 89 GWh'ten 1.364 GWh'e çıkmıştır. Rüzgar ve jeotermaldeki bu rakamların bir başka deyişle sırasıyla %61,8 ve %31,4 yıllık bileşik büyüme oranı anlamına gelmektedir ki bu rakamlar dünya çapında yüksek değerlerdir.

Jeotermal ve güneş ısısı kaynaklı tüketim miktarı da son on yılda iki kat civarında artış göstermiştir.

Birincil enerji tüketiminde yer alan ve ithalat ile ihracat arasındaki farktan kaynaklanan elektrik enerjisi tüketiminde ise son üç yıldır eksiden artıya dönüş olmuştur. Bu, ithalatın ihracattan fazla yapılması anlamına gelmektedir. Özellikle 2013 yılındaki artış dikkat çekicidir.

Başlangıçta herhangi bir sınır olmadan ülkemize girişine izin verilen petrokokun kullanımı daha sonra kontrol altına alınmış ne yalnızca belli sektörlerde tüketilmesine izin verilmiştir. Büyük oranda çimento sektöründe kullanılan petrokokun tüketimindeki artışın nedenleri ayrıca incelenmelidir.

Çizelge 23 ve Çizelge 24 Türkiye'nin kaynaklar itibarıyla birincil enerji tüketimini orijinal bazda ve tep cinsinden vermektedir.

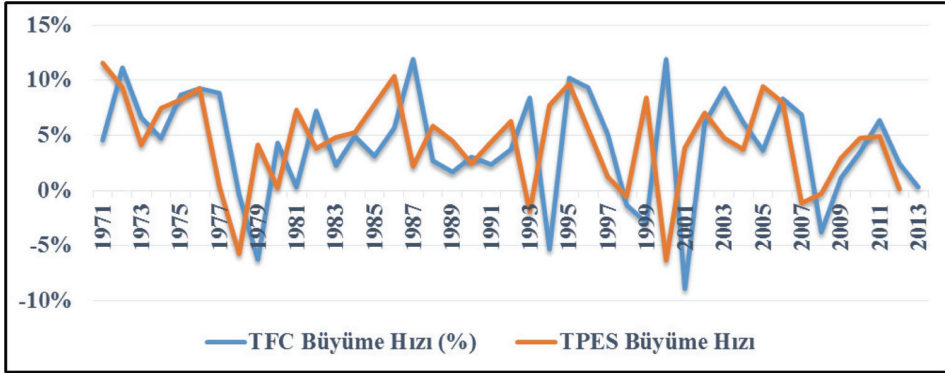
5.3 Nihai Enerji Tüketimi

Nihai enerji tüketimi, birincil enerji tüketiminden çevrim ve enerji sektörlerinin tüketiminin çıkarılması ile hesaplanmakta olup, 1970-2013 arasında %4'lük bir yıllık bileşik büyüme oranıyla beş kattan fazla artarak 16,8 Mtep'ten 91 Mtep'e ulaşmıştır. Birincil enerji tüketimine benzer gelişmeler, nihai tüketimde de yaşanmıştır. Yalnız büyüme hızları 2000'li yıllardan önce genellikle biraz aşağıda seyrederken, sonrasında biraz üstünde gelişmeler gözlemlenmiştir. Birincil enerji tüketiminde görülen daralmalar da nihai enerji tüketiminde yine biraz sert yaşanmıştır. Bunun tek istisnası 2009 yılıdır. Bu yıl toplam tüketim %0,27 azalırken, nihai tüketimde %1,17'lik bir artış yaşanmasıdır.

Tüketim artış hızı onar yıllık periyotlarla incelendiğinde birincil enerji tüketimi ile paralellik göstermektedir. En yüksek artış hız ortalamasını %5 ile 1970-1980 döneminde gösterdikten sonra sonraki onar yıllarda giderek düşerek %4,2 , %4 ve %3 olarak gerçekleşmiştir. (Şekil 14)

Tüketim kaynak bazında irdelendiğinde, 1970 yılların ilk yarısında %14'lerde olan kömürün payı ikinci yarıda bir miktar düşmüş, sonrasında tekrar artışa geçerek 80'li yılların ilk yarısında %17'lere kadar tırmansa ve 1994, 1995 ve 2001 yıllarında %11'lere düşse de genelde %15'ler civarında seyretmiştir. 43 yıllık dönemde 2010 yılında dördüncü kez %17'nin üzerine çıkan kömürün payı maalesef 2013 yılında tekrar %12'nin altına düşmüştür.

Kömürün içinde taşkömürünün payı giderek artarken linyitin payı düşmüştür. Son on yılda taşkömürün payı %9 civarında seyrederken, linyitin payı %5'lerde kalmıştır. Bu oranlar 1970-1990 arasında taşkömürü için ortalama %3,5 iken linyit için %10,4 olarak kaydedilmiştir.



Şekil 14: Birincil enerji tüketimi (TPES) ve nihai enerji tüketimi (TFC) büyüme oranları

1970 yılların ilk çeyreğinde taşkömürünün yarısı ulaştırma sektöründe demiryolu taşımacılığında tüketilirken bu oran giderek azalarak 80'li yılların sonunda yok denecek düzeye inmiştir. Diğer yarısı ise hemen hemen aynı miktarlarda sanayi ve ulaştırma sektörlerinde kullanılmaktaydı. İlerleyen yıllarda, yeni sahaların üretime geçmesi ile artan linyit üretimi sonucunda teshinde kullanılan linyit artarken taşkömürünün tüketimi büyük oranda sanayi sektörüne kaymıştır. Ancak son yirmi yıla bakıldığında 2009 öncesinde sanayi tüketiminde görülen yüksek miktardaki taşkömürünün ana nedeninin büyük bir olasılıkla istatistiki hatadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu yıllarda tüketimi tanımlanamayan taşkömürü diğer sanayi altında kaydedilmiş, ancak 2009 sonrasında yapılan detay çalışmalar sonucunda tanımlanamayan kömürün çok büyük bir kısmının teshinde kullanıldığı görülmüştür.

70'li yıllarda tüketilen kömürün beşte biri kadarı teshinde kullanılırken, bu oran giderek artarak %50'lerin üstüne çıkmıştır. Diğer yarısı ise sanayi sektöründe kullanılmaktadır.

1970 yılında %40 ile en yüksek paya sahip olan petrol payını 1977-1978 arasında %50'nin hemen üstüne çıkarsa da, sonrasında, özellikle ulaştırma sektörünün giderek artan talebi yüzünden uzun yıllar %45-48 aralığında seyretmiş, 2000 yılından sonra ise ulaştırma sektöründe LPG kullanımının giderek yaygınlaşması sonucu düşüşe geçerek %35'lere inmiştir.

Tamamen konut ve hizmetler sektöründe tüketildiği öngörülen odun, hayvan ve bitki artıklarının oranı da 1970-2009 döneminde artan kentleşme oranı ve yaygınlaşan doğal gaz ile birlikte giderek düşmüş ve 1970 yılında %35 ile en yüksek olan payı 2013 yılında %5'e düşmüştür.

Ülke hayatına hızlı bir biçimde giren doğal gaz, payını 2002 yılında %10'a, 2007'de %19'a çıkarmış, sonraki üç yılda 3-4 puan düşse de son üç yılda toplam üretimin beşte birinden sorumlu olmuştur. Bu arada 90'lı yılların ilk çeyreğine kadar kullanılan ve istatistiklere yansıtılan hava gazının değerleri de ilgili çizelgelerde verilmiştir.

Gelişmenin önemli göstergeleri arasında sayılan elektrik enerjisinin toplam tüketimdeki payı da söz konusu 43 yıllık dönemde %3,7'den %19'a kadar yükselmiştir.

İlk olarak 1990 yılında çimento sektörü için alternatif bir enerji kaynağı olarak ithal edilmeye başlanan petrokok tüketimini günümüze kadar neredeyse 12 kat artırmış ve toplamda da %3,4'lük bir oranı elde etmiştir. Çizelge 25 ve Çizelge 26 kaynak bazında nihai enerji tüketimini orijinal birimlerde ve tep cinsinden vermektedir.

Çizelge 25: Kaynak bazında nihai enerji tüketimi (orjinal birimler)

T. Köm. (Bton)	Linyit (Bton)	Asfaltit (Bton)	Kök (Bton)	P. Kök (Bton)	Briket (B.Ton)	Odun (Bton)	H. Bileşim (Bton)	Petrol (Bton)	Doğalgaz (10 ⁶ m ³)	H. Gazı (10 ⁶ m ³)	Biyakıt (Bton)	Elektrik (GWh)	Jen. Isı (Btep)	Güneş (Btep)
1970	1.652	4.565	36	1.605	-	66	12.816	6.357	-	131	-	7.233	23	-
1971	1.606	5.175	23	1.468	-	28	12.189	7.127	-	133	-	8.204	38	-
1972	1.474	6.151	168	1.521	-	42	13.503	8.174	-	133	-	9.427	38	-
1973	1.333	6.174	289	1.520	-	16	13.847	9.193	-	133	-	10.365	48	-
1974	1.880	6.154	394	1.578	-	22	14.500	9.408	-	127	-	11.184	50	-
1975	1.744	6.497	456	1.530	-	18	14.562	10.922	-	122	-	13.306	56	-
1976	1.294	7.594	443	1.897	-	18	14.734	11.002	15	136	-	15.879	58	-
1977	1.498	7.821	434	1.881	-	26	14.989	11.276	18	135	-	17.747	58	-
1978	1.035	8.427	297	1.989	-	28	15.248	11.750	22	140	-	18.699	60	-
1979	945	7.914	203	2.203	-	31	15.506	12.258	34	140	-	19.405	60	-
1980	1.020	9.191	558	2.091	-	30	15.765	12.839	23	130	-	20.077	60	-
1981	974	9.436	560	2.049	-	24	16.023	12.689	16	132	-	21.743	60	-
1982	1.152	10.700	860	2.218	-	37	16.760	12.607	45	130	-	23.195	82	-
1983	1.051	11.435	750	2.624	-	43	17.086	12.748	8	124	-	24.030	100	-
1984	1.480	13.725	224	2.776	-	54	17.256	11.978	40	130	-	27.162	178	-
1985	1.575	14.729	522	2.905	-	47	17.368	11.039	50	113	-	29.108	232	-
1986	1.544	14.101	605	3.082	-	58	17.570	11.343	46	108	-	31.566	304	5
1987	1.817	16.784	628	3.527	-	56	17.693	11.059	64	105	-	35.850	324	10
1988	2.257	16.793	622	3.445	-	44	17.711	10.987	207	105	-	38.818	340	13
1989	2.271	17.934	406	2.866	-	38	17.815	10.885	450	73	-	42.170	342	19
1990	2.747	15.739	285	3.247	354	43	17.870	8.030	862	46	-	45.670	364	28
1991	3.254	16.320	137	3.471	341	27	17.970	7.918	1.337	43	-	47.827	365	41

Çizelge 25: Kaynak bazında nihai enerji tüketimi (orjinal birimler) (devam)

	T.Köm. (Bton)	Linyit (Bton)	Asfaltit (Bton)	Kök (Bton)	P.Kök (Bton)	Briket (B.Ton)	Odun (Bton)	H.Bil.Art. (Bton)	Petrol (Bton)	Doğalgaz (10 ³ m ³)	H.Gaz (10 ³ m ³)	Biyakıt (Bton)	Elektrik (GWh)	Jen.Isı (Btep)	Günes (Btep)
1992	3.140	15.112	194	3.259	607	24	18.070	7.772	20.098	2.009	39	-	52.464	388	60
1993	2.972	13.961	99	3.219	981	10	18.171	7.377	23.073	2.558	18	-	57.579	400	88
1994	2.433	11.294	0	3.102	1.078	3	18.272	7.074	21.661	2.456	4	-	59.731	415	129
1995	3.040	12.420	66	3.201	954	3	18.374	6.765	24.193	3.335	-	-	65.724	437	143
1996	5.208	12.353	33	3.802	1.690	2	18.374	6.666	24.837	4.322	-	-	72.482	471	159
1997	6.272	13.622	28	3.839	1.898	2	18.374	6.575	24.565	5.502	-	-	79.909	531	179
1998	6.752	12.221	22	3.648	1.241	2	18.374	6.396	24.236	5.163	-	-	85.586	582	210
1999	5.491	10.105	28	3.285	1.592	2	17.642	6.184	23.781	5.233	-	-	89.345	618	236
2000	9.244	11.070	18	3.592	1.517	2	16.938	5.981	24.751	5.201	-	-	96.140	2.564	262
2001	5.344	7.454	30	3.209	1.327	2	16.263	5.790	23.399	5.392	-	-	95.445	2.710	287
2002	8.211	9.337	5	3.164	1.744	2	15.614	5.609	23.336	5.858	-	-	101.298	2.795	318
2003	9.747	10.339	336	3.422	1.715	47	14.991	5.439	24.613	8.537	-	-	110.748	2.530	350
2004	9.965	10.808	722	3.332	1.866	159	14.393	5.278	26.098	9.112	-	-	120.305	2.962	375
2005	9.904	8.009	738	3.428	2.168	120	13.819	5.127	26.333	11.409	-	-	129.416	3.153	385
2006	12.536	10.205	602	3.648	1.981	155	13.268	4.984	27.215	14.326	-	2	143.236	1.856	403
2007	14.849	11.608	632	3.816	1.877	62	12.739	4.850	28.411	16.029	-	14	154.102	1.946	420
2008	10.951	9.444	630	4.098	2.339	47	12.231	4.723	27.706	15.245	-	20	159.979	2.027	420
2009	12.258	12.672	821	3.501	2.684	-	11.743	4.604	28.194	13.856	-	10	155.751	2.306	429
2010	12.617	13.736	579	4.453	2.777	-	11.275	4.598	26.527	15.314	-	7	171.992	2.612	432
2011	10.878	13.610	466	4.472	2.620	-	8.141	4.592	28.600	22.239	-	20	186.099	2.679	630
2012	14.163	12.531	464	4.482	3.696	-	7.817	4.586	28.057	20.890	-	26	193.775	2.688	768
2013	10.401	7.995	438	4.602	3.956	-	7.505	4.581	30.694	21.139	-	56	196.877	2.696	795

Çizelge 26: Kaynak bazında nihai enerji tüketimi (Btep)

T.Köm.	Linyit	Asfaltit	Kök	P. Kök	Odun	H.Bit. Art.	Petrol	Doğal-gaz	Şehir-gazı	Biyoyakıt	Elektrik	Jeo/Isı	Güneş	Toplam	Büyüme Hızı (%)
1970	1.008	1.370	15	1.100	-	3.845	2.128	6.675	-	55	622	23	-	16.841	
1971	980	1.553	10	988	-	3.657	2.143	7.483	-	56	706	38	-	17.612	4,58
1972	899	1.845	72	1.031	-	4.051	2.188	8.583	-	56	811	38	-	19.574	11,14
1973	813	1.852	124	1.018	-	4.154	2.256	9.653	-	56	891	48	-	20.866	6,60
1974	1.147	1.846	169	1.070	-	4.350	2.320	9.878	-	53	962	50	-	21.847	4,70
1975	1.064	1.949	196	1.034	-	4.369	2.414	11.468	-	51	1.144	56	-	23.745	8,69
1976	789	2.278	190	1.287	-	4.420	2.530	12.953	14	57	1.366	58	-	25.943	9,26
1977	914	2.346	187	1.279	-	4.497	2.593	14.767	16	57	1.526	58	-	28.240	8,86
1978	631	2.528	128	1.349	-	4.574	2.703	14.483	20	59	1.608	60	-	28.143	-0,35
1979	576	2.374	87	1.506	-	4.652	2.819	12.535	31	59	1.669	60	-	26.368	-6,31
1980	622	2.757	240	1.433	-	4.730	2.953	12.911	21	55	1.727	60	-	27.508	4,32
1981	594	2.831	241	1.399	-	4.807	2.918	12.807	15	55	1.870	60	-	27.597	0,32
1982	703	3.210	370	1.532	-	5.028	2.900	13.675	41	55	1.995	82	-	29.589	7,22
1983	641	3.431	323	1.816	-	5.126	2.932	13.756	7	52	2.067	100	-	30.250	2,23
1984	903	4.117	96	1.931	-	5.177	2.755	14.163	36	55	2.336	178	-	31.747	4,95
1985	961	4.419	225	2.022	-	5.210	2.539	14.527	46	47	2.503	232	-	32.730	3,10
1986	942	4.230	260	2.154	-	5.271	2.609	16.011	42	45	2.715	304	5	34.589	5,68
1987	1.108	5.035	270	2.462	-	5.308	2.544	18.449	58	44	3.083	324	10	38.695	11,87
1988	1.580	5.036	267	2.434	-	5.313	2.527	18.653	188	44	3.338	340	13	39.734	2,68
1989	1.590	5.372	175	2.025	-	5.345	2.504	18.957	410	31	3.627	342	19	40.394	1,66
1990	1.954	4.709	123	2.294	269	5.361	1.847	19.931	784	19	3.928	364	28	41.611	3,01
1991	2.205	4.881	59	2.443	259	5.391	1.821	19.766	1.217	18	4.113	365	41	42.579	2,33

Çizelge 26: Kaynak bazında nihai enerji tüketimi (Btep) (devam)

	T.Köm.	Linyit	Asfaltit	Kok	P. Kok	Odun	H.Bit. Art.	Petrol	Doğal- gaz	Şehirgazi	Biyoyakıt	Elektrik	Jeo/Isı	Güneş	Toplam	Büyüme Hızı (%)
1992	2.146	4.518	83	2.293	461	5.421	1.788	20.643	1.828	16	-	4.512	388	60	44.158	3,71
1993	2.010	4.171	43	2.258	746	5.451	1.697	23.729	2.328	8	-	4.952	400	88	47.879	8,43
1994	1.591	3.379	0	2.173	831	5.482	1.627	22.341	2.235	2	-	5.137	415	129	45.341	-5,30
1995	1.979	3.713	28	2.242	735	5.512	1.556	24.943	3.035	-	-	5.652	437	143	49.977	10,22
1996	3.494	3.696	14	2.662	1.301	5.512	1.533	25.640	3.933	-	-	6.233	471	159	54.650	9,35
1997	4.206	4.074	12	2.688	1.462	5.512	1.512	25.388	5.007	-	-	6.872	531	179	57.444	5,11
1998	4.596	3.654	9	2.554	955	5.512	1.471	25.088	4.699	-	-	7.360	582	210	56.692	-1,31
1999	3.733	3.029	12	2.301	1.226	5.293	1.422	24.690	4.762	-	-	7.684	618	236	55.006	-2,97
2000	6.009	3.315	8	2.516	1.168	5.081	1.376	25.806	5.182	-	-	8.268	2.564	262	61.555	11,91
2001	3.463	2.233	13	2.247	1.022	4.879	1.332	24.373	5.282	-	-	8.208	2.710	287	56.048	-8,95
2002	5.339	2.789	2	2.216	1.343	4.684	1.290	24.220	5.777	-	-	8.712	2.795	318	59.486	6,13
2003	6.313	3.101	144	2.419	1.321	4.497	1.251	25.514	8.025	-	-	9.524	2.530	350	64.990	9,25
2004	6.581	3.242	310	2.412	1.437	4.318	1.214	27.134	8.673	-	-	10.346	2.962	375	69.004	6,18
2005	6.665	2.402	317	2.459	1.670	4.146	1.179	27.319	10.685	-	-	11.130	3.153	385	71.510	3,63
2006	8.263	3.030	259	2.628	1.526	3.980	1.146	28.159	13.958	-	2	12.318	1.856	403	77.440	8,29
2007	8.925	3.624	272	2.699	1.445	3.822	1.116	29.430	15.784	-	12	13.253	1.946	420	82.748	6,85
2008	7.010	4.138	265	2.636	1.795	3.669	1.086	28.864	13.957	-	18	13.758	2.027	420	79.642	-3,75
2009	7.851	5.317	345	2.300	2.015	3.523	1.059	29.340	12.685	-	9	13.395	2.306	429	80.574	1,17
2010	8.086	6.079	203	2.937	2.093	3.383	1.057	27.667	14.020	-	7	14.791	2.612	432	83.366	3,47
2011	6.609	5.640	186	3.011	1.963	2.442	1.056	30.046	18.359	-	0	16.005	2.679	630	88.643	6,33
2012	9.297	5.567	252	3.018	2.800	2.345	1.055	29.232	17.268	-	23	16.665	2.688	768	90.779	2,41
2013	6.365	3.969	238	3.032	3.103	2.703	1.564	32.170	17.440	-	51	16.931	2.696	795	91.056	0,31

Nihai enerji tüketimi sektör bazında incelendiğinde; sanayileşmenin ve kentleşme oranının düşük olduğu 1970 yılların ilk yarısında tüketiminin yarısı teshinden kaynaklanırken, bu oran 90'lı yıllarda üçte bire, 2000'li yılların ilk üç çeyreğinde %30'lara kadar düşmüştür. Ancak 2010 yılı sonrasında 90'lı yıllardaki seviyesini tekrar yakalamıştır.

Aynı dönemde sanayi sektörünün payı ise %24'den 2000'li yılların ilk yarısında %40'lara kadar çıkmış ancak sonrasında biraz azalarak %34'e inmiştir (2008 ve 2009'da %30). Sanayi sektörünün 43 yıllık ortalama büyüme oranı nihai enerji tüketiminin 0,8 puan üstünde gerçekleşmiştir.

43 yılda sanayi sektörü gibi yıllık ortalama yıllık %4,7 oranda artış gösteren ulaştırma sektörü payını %20'lerde korumayı başarabilmiştir. 2013 yılındaki %25'lik pay ise şaşırtıcıdır. Ulaştırma sektöründe sıvılaştırılmış doğal gazın kullanılması ilk defa toplu taşımacılıkta 1994 yılında başlamıştır. Fakat 2007 yılına kadar çok önemli bir artış göstermemiştir. 2007 yılında özellikle Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından yeni alınan toplu taşıma araçlarda sıvılaştırılmış doğal gazın tercih edilmesi tüketimin 4 milyon metreküpten birden 250 milyon metreküpe çıkmasına neden olmuştur.

Sanayi sektöründe %25'lerde gezinen taşkömürünün payının son iki yılda %10'lara düşmesinin nedenine yukarıda konut ve hizmetler sektörü tüketimin anlatılırken değinildiğinden bir kez daha anlatılmayacaktır. Demir-çelik sektörü ve çimento sanayi bu sektörün lokomotifleridir. ETKB tarafından son yıllarda yapılan çalışmalarda sanayi sektörü biraz daha detaylandırılmıştır. Ancak yıllar arasındaki tutarsızlıklar henüz istenilen seviyeye ulaşamadığını göstermektedir.

Çizelge 27 ve Çizelge 28 Türkiye'nin genel enerji dengesini ve onar yıllar halinde büyüme hızlarını tep cinsinden vermektedir. Dengede yer alan ve petrokimya feedstock olarak raporlanan miktar adından da anlaşıldığı üzere bu sektörde doğrudan enerji amaçlı olarak tüketilmeyen ancak hammadde olarak tüketilen nafta ve benzeri hafif ve orta yağların miktarını göstermektedir. UEA istatistiklerinde önceleri sanayi tüketiminin altında gösterilen bu sektör, sonrasında enerji dışında gösterilmeye başlanmıştır. ETKB ise uzun yıllar sanayi sektöründe gösterdiği bu sektörü son yıllarda çevrim sektöründe rapor etmektedir. Ancak bu doğru bir yaklaşım değildir. Çünkü çevrim sektöründe girdi ürünler (-) olarak işaretlenirken çevrim sonucu üretilen ikincil enerji ürünleri (+) olarak işaretlenmektedir ve nafta ve benzeri hafif yağlar için böyle bir durum söz konusu değildir. Ayrıca daha önce bahsedildiği gibi kullanım amacı da enerji üretmek ya da tüketmek değildir. Bu bağlamda aşağıda oluşturulan çizelgelerde UEA ile uyumlu olunması açısından bu sektör enerji dışında gösterilmiştir.

Yukarıdaki tablodan görüleceği üzere son on yılda sanayi sektöründe demir-çelik ve çimento sektörleri hariç diğer sektörlerde önemli bir büyüme gözlenmemiş, aksine daralmalar olduğu gözlemlenmiştir. Zaten önceki on yıllarla karşılaştırıldığında %1,34'lük yıllık bileşik büyüme oranı çok düşük kalmaktadır. Ancak bu rakam yorumlanırken yukarıda da bahsedildiği gibi diğer sanayiden teshine kaydırılan taşkömürü verilerine dikkat edilmesi, yanlış yorumlardan kaçınılmasını sağlayacaktır.

Çizelge 27: Türkiye genel enerji denge tablosu (Btep)

	1970	1980	1990	2000	2003	2009	2010	2011	2012	2013
Yerli Üretim	14.516	17.358	25.478	26.047	23.783	30.328	32.487	32.229	31.964	31.944
İthalat	4.642	15.031	30.936	56.342	65.239	82.124	87.409	90.292	98.693	96.001
İhracat	284	301	2.104	1.584	4.090	6.829	8.009	6.205	6.866	5.216
İhrakiye	59	70	355	467	644	657	387	2.946	3.453	3.813
Stok Değişimi	-30	-13	-949	329	-549	-301	-332	1.115	-808	-637
İstatistik Hata	87	-108	-197	-275	87	1.473	-1.908	-6	563	2.012
Birincil Enerji Arzı	18.872	31.897	52.808	80.392	83.826	106.138	109.260	114.480	120.093	120.290
Rafineri Dışı Üretim	-	77	179	109	-	-	-	-	-	-
Birincil Enerji Tüketimi	18.872	31.973	52.987	80.500	83.826	106.138	109.260	114.480	120.093	120.290
Çevrim ve Enerji Sektörü	-2.031	-4.465	-11.377	-18.945	-18.836	-25.565	-25.894	-25.837	-29.315	-29.232
Elektrik Santralleri	-1.132	-2.317	-5.743	-12.169	-11.731	-19.640	-19.678	-20.471	-21.463	-21.027
Hava Gazı Fabrikaları	-34	-34	-19	-	-	-	-	-	-	-
Kok Fırınları	-156	-242	-1.568	-1.054	-969	-1.091	-970	-1.170	-1.342	-1.409
Briket Tesisleri	-2	-2	-0,3	-	-2,8	-	-	-	-	-
Petrol Rafinerileri	-376	-936	-1.313	-1.728	-1.806	-2.360	-2.162	0	-2.158	-2.094
İç Tüketim ve Kayıp	-331	-935	-2.734	-3.994	-4.327	-2.474	-3.083	-4.196	-4.351	-4.701
Nihai Enerji Tüketimi	16.841	27.508	41.611	61.555	64.990	80.574	83.367	88.643	90.778	91.058
Sanayi Tüketimi	4.015	7.721	13.031	22.962	26.393	24.170	28.848	30.830	30.368	30.137
Demir Çelik	974	1.605	2.961	3.433	3.390	5.155	6.603	7.501	6.705	6.680
Kimya-Petrokimya	182	532	1.128	1.636	1.597	872	1.474	2.853	1.806	1.689
Gübre	280	401	860	267	572	50	81	650	688	577
Çimento	1.162	1.720	2.383	2.613	2.710	4.426	4.629	5.385	5.771	5.387
Şeker	145	425	693	498	704	149	147	619	571	188
Demirdışı Metaller	97	309	534	665	969	630	763	548	746	553
Gıda	-	-	-	-	-	-	-	746	1.028	1.176
Tekstil	-	-	-	-	-	-	-	1.929	1.935	2.043
Kağıt	-	-	-	-	-	-	-	601	393	646
Seramik	-	-	-	-	-	-	-	968	1.106	656
Cam ve Cam Ürünleri	-	-	-	-	-	-	-	666	371	397
Motorlu Kara Taşıtı	-	-	-	-	-	-	-	307	215	670
Diğer Sanayi	1.174	2.728	4.470	13.850	16.452	12.888	15.151	8.055	9.033	9.476
Ulaştırma	3.208	5.230	8.723	12.008	12.395	15.916	15.165	15.950	20.796	22.772
Demiryolları	3.208	5.230	238	270	260	162	170	173	166	162
Denizyolları	-	-	159	195	280	525	541	718	528	370
Havayolları	-	-	311	1.034	906	1.721	956	1.127	1.258	1.253
Karayolları	-	-	8.015	10.509	10.949	13.309	13.258	13.757	18.543	20.734
Boru Hatları	-	-	-	-	-	199	240	174	300	253
Diğer Sektörler	9.166	13.796	17.314	23.131	22.720	34.540	34.039	35.729	33.453	33.034
Konut ve Hizmetler	8.656	12.833	15.358	20.058	19.634	29.466	28.944	29.974	31.509	31.402
Tarım	510	963	1.956	3.073	3.086	5.073	5.095	5.755	1.944	1.633
Enerji Dışı	452	761	2.543	3.455	3.482	5.948	5.314	6.133	6.161	5.113
Petrokimya Feedstock	107	234	1.512	1.540	1.384	1.796	1.855	1.691	1.771	1.634
Diğer	344	527	1.031	1.915	2.098	4.153	3.459	4.442	4.390	3.479

Çizelge 28: Türkiye genel enerjisi büyüme hızları (%)

	1970- 2013	1970- 1980	1980- 1990	1990- 2000	2003- 2013	2011- 2012	2012- 2013
Yerli Üretim	1,85	1,80	3,91	0,22	2,99	-0,82	-0,06
İthalat	7,30	12,47	7,49	6,18	3,94	9,30	-2,73
İhracat	7,01	0,59	21,48	-2,80	2,46	10,65	-24,03
Birincil Enerji Tüketimi	4,40	5,39	5,17	4,29	3,68	4,90	0,16
Çevrim ve Enerji Sektörü	6,40	8,20	9,80	5,23	4,49	13,46	-0,28
Elektrik Santralleri	7,03	7,42	9,50	7,80	6,01	4,84	-2,03
Kok Fırınları	5,24	4,44	20,56	-3,90	3,81	14,76	4,97
Nihai Enerji Tüketimi	4,00	5,03	4,23	3,99	3,43	2,41	0,31
Sanayi Tüketimi	4,80	6,76	5,37	5,83	1,34	-1,50	-0,76
Demir Çelik	4,58	5,12	6,32	1,49	7,02	-10,61	-0,38
Kimya-Petrokimya	5,32	11,34	7,80	3,79	0,56	-36,70	-6,47
Gübre	1,69	3,64	7,94	-11,04	0,08	5,81	-16,22
Çimento	3,63	4,00	3,32	0,93	7,11	7,16	-6,65
Şeker	0,60	11,36	5,01	-3,26	-12,38	-7,79	-67,09
Demirdışı Metaller	4,12	12,25	5,62	2,21	-5,45	36,00	-25,83
Gıda	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	37,71	14,40
Tekstil	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,33	5,56
Kağıt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-34,56	64,17
Seramik	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	14,22	-40,71
Cam ve Cam Ürünleri	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-44,32	7,13
Motorlu Kara Taşıtı	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-29,97	211,43
Diğer Sanayi	4,98	8,80	5,06	11,97	-5,37	12,15	4,90
Ulaştırma	4,66	5,01	5,25	3,25	6,27	30,38	9,50
Demiryolları	-6,71	5,01	-26,59	1,27	-4,62	-4,05	-2,72
Denizyolları	-	-	-	2,07	2,81	-26,47	-29,95
Havayolları	-	-	-	12,76	3,30	11,63	-0,42
Karayolları	-	-	-	2,75	6,59	34,79	11,82
Boru Hatları	-	-	-	-	-	72,30	-15,92
Diğer Sektörler	3,03	4,17	2,30	2,94	3,81	-6,37	-1,25
Konut ve Hizmetler	3,04	4,02	1,81	2,71	4,81	5,12	-0,34
Tarım	2,74	6,56	7,34	4,62	-6,17	-66,22	-16,03
Enerji Dışı	5,81	5,36	12,82	3,11	3,92	0,45	-17,01
Petrokimya Feedstock	6,54	8,14	20,51	0,18	1,68	4,74	-7,72
Diğer	5,53	4,35	6,94	6,39	5,19	-1,18	-20,76

6 TÜRKİYE'DE KÖMÜR

6.1 Batı Karadeniz'in Petrografisi

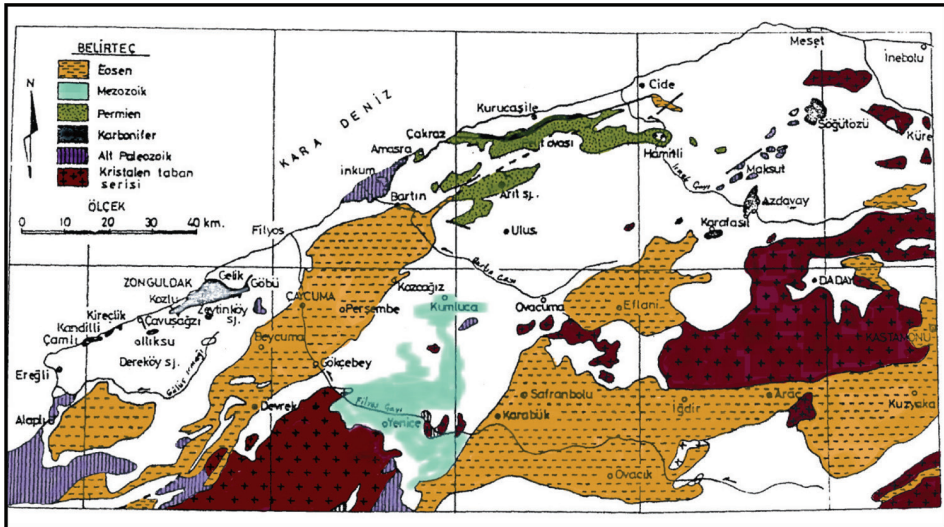
Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Genel Müdürlüğü'nden (TPAO) Cengiz Alişan ve A. Sami Derman, Adapazarı'ndan Cide'ye kadar uzanan 400 km uzunluğundaki bir alan içerisinde yaptıkları çalışmada, Amasra-Cide arasını kapsayan ve Çakraz Grup olarak adlandırılan kıtasal tabakaları²⁴ ile birlikte Çamdağ (Adapazarı) civarındaki kıtasal tabakaları incelemiştir.

Çakraz Formasyonu ismi ilk defa Akyol ve arkadaşları tarafından hazırlanan jeolojik haritalarda kullanılmış olup, Amasra'nın doğusundaki Çakraz'dan Cide'ye kadar Karadeniz'e paralel olarak uzanan alanı kapsamaktadır. Akyol ve arkadaşları, Çakraz Formasyonunu çökeltme esasındaki farklı çevre ve iklim şartlarını yansıtan tabaka ardalanması (lithostratigraphic) özelliklerine göre üç ana grupta nitelendirmişlerdir.

- Değirmendere Formasyonu
- Çakrazboz Formasyonu ve
- Başköy Formasyonu

Çalışkan ve Derman'ın çalışmalarına göre, Çakraz Grubu genel olarak Triyas Döneme ait olup, Başköy Formasyonunun Geç Triyasik Döneminde, Değirmendere ve Çakrazboz Formasyonları ise göreceli olarak daha sonraki dönemde oluşmuştur. Buna karşın Çamdağ Formasyonu Üst Triyas Döneminde şekillenmiştir.

Triyas ve Permien tabakaları arasındaki dağılım ve ilişkiler Batı Karadeniz Bölgesinin Üst Permien ve Üst Triyas Dönemlerinde yüksek oranda erozyona ve kıtasal tabakalaşmaya maruz kaldığını göstermektedir. [7]



Şekil 15: Batı Karadeniz Bölgesi'nin petrografisi (Kavuşan JEM408 4/28)

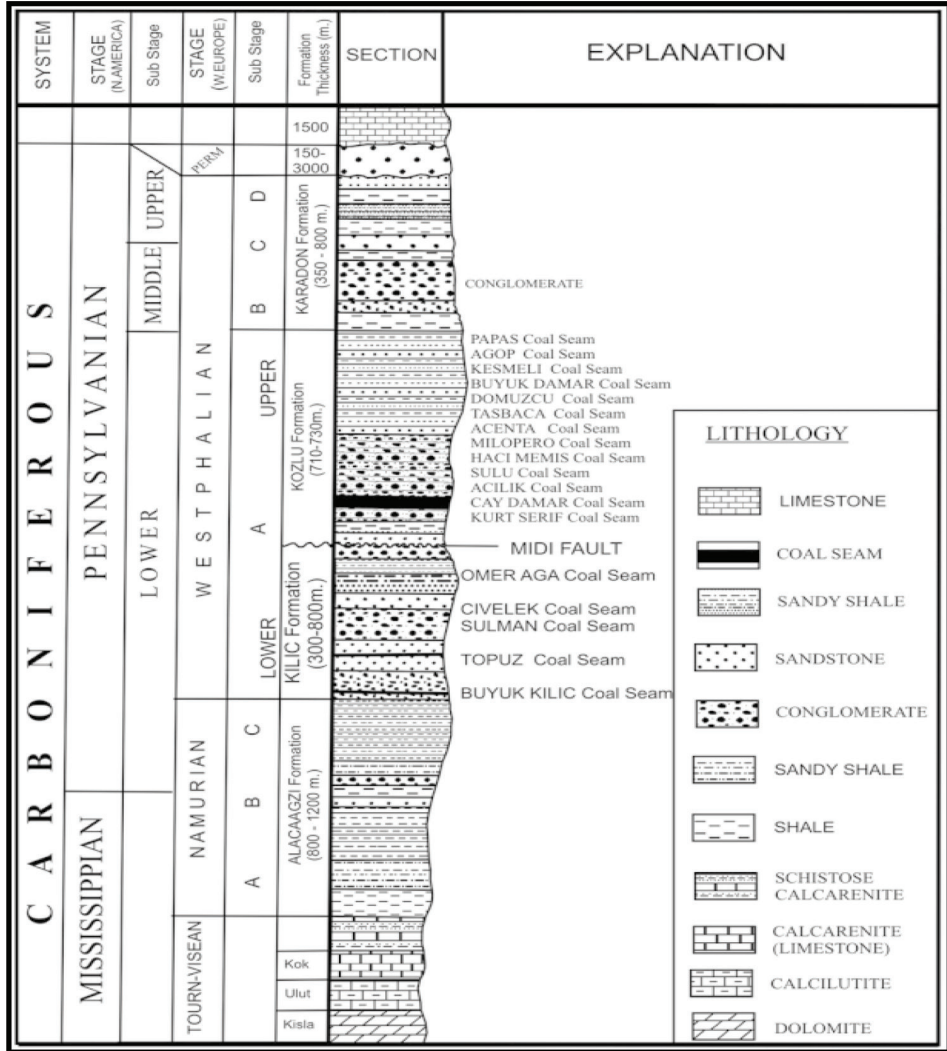
24 sediman

6.1.1 Zonguldak Bölgesi'nin Petrografisi

Türkiye'nin üretken kömürlü karboniferi, Zonguldak yöresindedir. 1853 yılında Uzun Mehmet adlı bir çoban tarafından mostrası ilk kez saptanan Zonguldak taşkömürü havzası, Fransız şirketleri tarafından işletilmiş ve 1933 yılında oluşturulan bir konsorsiyum tarafından önce millileştirilmiş daha sonrada Saha-i Fehmiye kanunuyla devletleştirilmiştir.

Uzun yıllar boyunca Ereğli Taşkömürü İşletmesi daha sonra Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) adıyla işletilmiş olup günümüzde özelleştirme kapsamına alınmış ve Türkiye'nin tek taşkömürü yatağıdır. [8]

Bölgedeki maden yataklarının bulunduğu örtü tabakalarının oluşumları Üst Devoniyen'den Üst Karbonifer'e kadar uzanır. (Şekil 16)



Şekil 16: Zonguldak Kömür Havzası'nın petrografisi

Göktepe Formasyonu tarafından temsil edilen Üst Devoniyen tabakaları birbirini izleyen deniz şistleri ve kireçtaşlarından oluşmuştur. Tabanda konglomera ile başlayıp, kumlu kireçtaşı sonrası kireçtaşı-şist değişimleri ile devam eder.

Alt Karbonifer Dönemi (Vizen Katı) iyi yataklanmış 100-1200 metre arasında değişen dolomitik kireçtaşlarından oluşan Gököl Formasyonu ile temsil edilir. Yer yer çört nodüllüdür. Çörtler, litostatik yükler nedeniyle yassılaşıp disk görünüşü kazanmışlardır.

Namuriyen Dönemi Alacaağzı Formasyonu ince yataklı şist ve arkosik kumtaşı ardalanmasından oluşmuştur. Doğuda mercekse ve ince birkaç kömür damarından oluşurken batıda damarların kalınlıkları artar ve verimli olur. 650-1000 m arasında değişen kalınlıktadır. Alacaağzı katı, Almanya-Schleisian basenindeki Waldenburg ve Fransa Basse-Loire katına eşdeğerdir, Belçika karboniferinde eşdeğeri yoktur.

Westfaliyen-A dönemi Kozlu Formasyonu genel olarak konglomera ve kumtaşından oluşmuştur. Formasyon aynı zamanda şist ve kömür damarları da içerir. Verimli olan bu katta damar sayısı 22 olup bunun 19'u işletilmektedir. Katın toplam tortul kalınlığı 1200 m'dir. Kozlu katı, Almanya-Schleisien basenindeki Schatzlar ve Saarland'daki Saarbrücken katına eşdeğerdir.

Kozlu Formasyonu tabanda Kılıç Katı, tavanda ise Dilaver Katı olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Kılıç Damar serisi Kozlu'da Kandilli-Çamlı arasındaki Kılıç vadisinde gözlenen bir seridir. Dik durumda bulunan toplam kalınlığı 10 m olan beş kömür damarını içerir.

Dilaver serisi Doğu-Batı istikametinde bükümlü bir şekilde yer alıp yaklaşık 50 kömür damarı içerir. Bu damarlardan 20 kadarı Aşağı Kılıç grubunda olup, 30 tanesi Yukarı Dilaver bölgesindedir. Dilaver Grubunda yer alan Asma Madeninde 22 damar işletilebilir durumdadır.

Westfaliyen B-C-D döneminde oluşan Karadon Formasyonu tabanda iri taneli konglomera ile başlayıp kumtaşı ve şist ardalanması ile (arada rastgele konglomeralar içeren) devam eder. Kozlu katına göre daha yüksek enerjili bir sedimantasyonu karakterize eder. Çatalağzı vadisinde birbirine yakın 4 adet kömür damarı işletilmektedir. Damar sayısı 8 adettir. 600-650 m kalınlıktadır.[9]

6.2 Linyit Petrografisi

Türkiye'nin ilk paleojeolojik atlası 1976 yılında Lutting ve arkadaşları tarafından hazırlanırken, ikincisi TÜBİTAK-İTÜ ve MTA tarafından yapılan ortak bir çalışma ile hazırlanmıştır. Bu çalışma sonucunda Görür ve arkadaşları tarafından hazırlanan Türkiye Triyasik-Miyosen Paleojeolojik Atlası 1998 yılında yayınlanırken Bingöl bu atlaslara dayanarak Türkiye'nin 1/2.000.000 ölçekli jeolojik haritasını hazırlamıştır.

Türkiye'deki linyit yatakları yaşlarına göre aşağıdaki şekilde ayrıştırılabilir:

- Jura yaşlı yataklar
- Eosen yaşlı yataklar
- Oligosen yaşlı yataklar
- Miyosen yaşlı yataklar
- Pliyosen yaşlı yataklar

Jura yaşlı yataklar arsında olan Adana-Kozan-Bacaklı sahası Alt Liyas yaşlıdır. Bu yatağın yaşı kesin olarak palinolojik olarak belirlenmiştir. Bayburt yatağı ise literatürde Liyas yaşında geçmesine rağmen kesinleşmiş bir veri ortaya konulmamıştır.

Diğer yataklar Çizelge 29’da verilmiştir.[10]

Çizelge 29: Önemli linyit kaynaklarının jeolojik yaş, kömür tipi ve çevre

Sistem	Seriler	Zaman (Ma)	Kömür Tipi	Ortam	Kömür Tipi	Ortam	Kömür Tipi
			Yarı Bitümlü		Linyit		Turba
Quaternary	Holocene	Son Dönem					
	Pleistocene	1.7			Konya-Arğıthanı-Dursunluk	Bataklık Turbası	Hakkari (Yük-sekova) Bolu (Yeniçağa ve diğerleri)
NEOGENE	MİYOSEN	(17.6)	Aydın-Sahinalı, Aydın-Söke, Balıkesir-Dursunbey-Odaköy, Bolu-Göynük-Himmetoğlu, Bursa-Orhaneli-Burmu, Çanakkale-Yenice-Çırpılar, Çorlu-Alpagut-Dodurga, Denizli-Kale-Kurbanlık, Erzurum-Aşkale-Kükürtlü, Erzurum-Oltu-Balkaya and Sütkans, Eskişehir-Mihalıçık-Koyunağlı, İçel-Namrun-Çamlıyayla, Karaman-Ermenek, Konya-İlgın-Haremiköy, Kütahya-Seyitömer-Tunçbilek, Manisa-Soma (Eynez, Darkale, Işıklardere, Deniz, Manisa-Gördes-Çitak, Muğla-Milas (Alakilise, Çakıralan)	Volkanik ara katkılı gölsel-akarsu	Balıkesir-Dursunbey-Hamzacık-Çakırca, Muğla-Milas (Ekizköy, Sekköy, Hüsamlar) Muğla-Yatağan (Tınaz-Bağyaka-Eskihisar-Bayır	Volkanik ara katkılı gölsel-akarsu	
		23.0					
PALEOGENE	OLİGOSEN	(14.0) 37.0	Edirne-Uzunköprü-Harmanlı, Tekirdağ-Saray-Edirköy	Volkanik ara katkılı gölsel-akarsu	Tekirdağ-Malkara-Ahmetpaşa, Tekirdağ-Hasköy-İbrice	Gölsel-akarsu	
	EOSEN	(18.0) 55.0	Bolu-Mengen-Salıpazarı, Yozgat-Sorgun, Amasya-Çeltik	Gölsel-akarsu			

Kaynak: Chemical and Technological Properties of Turkish Coal Tertiary Coals, MTA, 2002.

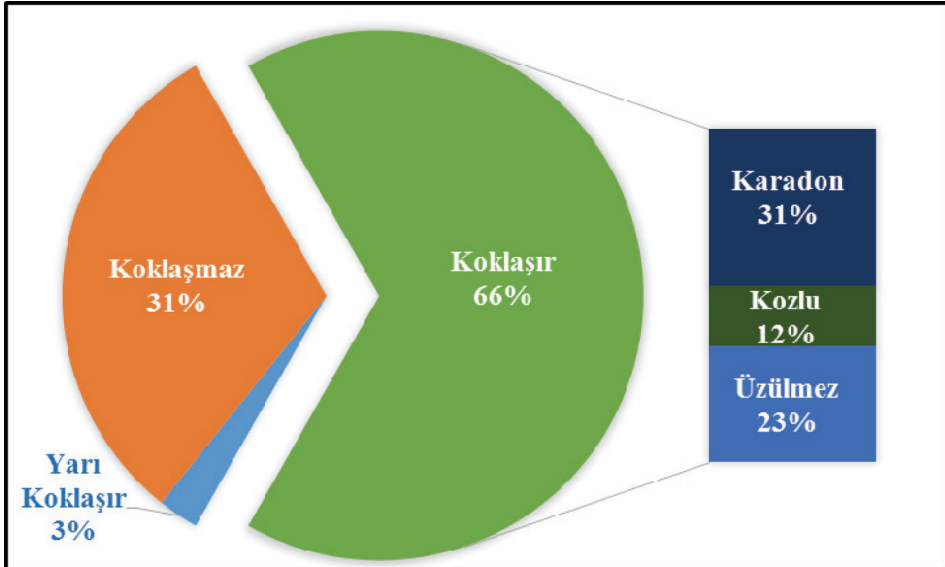
6.3 Kömür Rezervleri

Türkiye’de kömür rezervleri ile ilgili olarak son yıllara kadar koordine bir çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle, gerek daha önce tespit edilen rezervlerle ilgili olarak, gerekse yeni bulunan rezervlerin değerlendirilmesi sonrasında, kurumlar tarafından değişik değerler dile getirilmiştir. Kurumların aynı bölge ya da saha ile ilgili farklı bilgiler iletmeleri neticesinde yaşanan karmaşıklık gidermek amacıyla, 2008 yılında, ETKB tarafından, ilgili kamu kurumlarının temsilcilerinin yer aldığı bir “Rezerv Tespit Komisyonu” oluşturulmuştur.

Komisyon yaptığı çalışmalar neticesinde, 2010 yılından itibaren her yıl düzenli olarak yeni tespit edilen rezervleri varolan rezerv miktarlarına ilave ederek ve o yılki üretimleri düşerek ortaya çıkan nihai rezerv bilgilerini yeniden güncelleyip yayınlama kararı almıştır.

Bu bölümde yer alan rezerv bilgileri, Komisyon tarafından hazırlanan “Kömür Rezervlerinin Güncellenmesi Çalışmasına” ait ikinci rapordan alınmıştır. Söz konusu raporda yer alan veriler 2014 yılı itibariyle güncel olan verilerdir.

Ülkenin en önemli taşkömürü rezervleri Zonguldak Havzası’nda ve TTK uhdesinde bulunmaktadır. Havzada bugüne kadar yapılan rezerv arama çalışmalarında -1200 m derinliğe kadar saptanmış toplam jeolojik rezerv 1,3 milyar ton olup, bunun %39’ı (yaklaşık 514 Mton) görünür rezerv olarak kabul edilmektedir. Havzada Koklaşabilir rezervler Kozlu, Üzülmüş ve Karadon bölgelerinde yer almaktadır. Armutçuk bölgesinde yer alan rezervler; yarı-koklaşma özelliği, yüksek ısı değeri ve düşük bünye külü içeriği ile hem koklaşabilir kömürlerle harmanlanarak hem de pulverize enjeksiyon (PCI) kömürü olarak demir-çelik fabrikalarında kullanıma uygun niteliktedir. Amasra bölgesi kömürlerinin koklaşma özelliği bulunmamakla birlikte, belirli oranlarda metalurjik kömürler ile harmanlandığında koklaşma özelliğini bozmamaktadır. (Şekil 17) [11] Çizelge 30 2010 yılı sonu itibariyle ülkemiz taşkömürü rezervlerini vermektedir.



Şekil 17: Koklaşabilir özelliklerine göre Zonguldak Havzası kömür rezervleri

Çizelge 30: 2010 yılı sonu itibariyle Türkiye taşkömürü rezervleri

İl-Müessesesi	HAZIR	GÖRÜNÜR	MUHTEMEL	MÜMKÜN	TOPLAM
Bartın-Amasra	317.755	169.661.017	115.052.000	121.535.000	406.565.772
Zonguldak-Armutçuk	1.668.154	7.271.106	15.859.636	7.883.164	32.682.060
Zonguldak-Karadon	2.193.621	132.506.129	159.162.000	117.034.000	410.895.750
Zonguldak-Kozlu	2.618.799	65.418.518	40.539.000	47.975.000	156.551.317
Zonguldak-Üzülmöz	494.248	135.321.185	94.342.000	74.020.000	304.177.433
TOPLAM	7.292.577	510.177.955	424.954.636	368.447.164	1.310.872.332

Havza kömürlerinin alt ısı değeri 6200-7250 kcal/kg arasında değişmektedir. Çizelge 31 lavvarlar bazında üretilen satılabilir taşkömürlerinin özelliklerini vermektedir

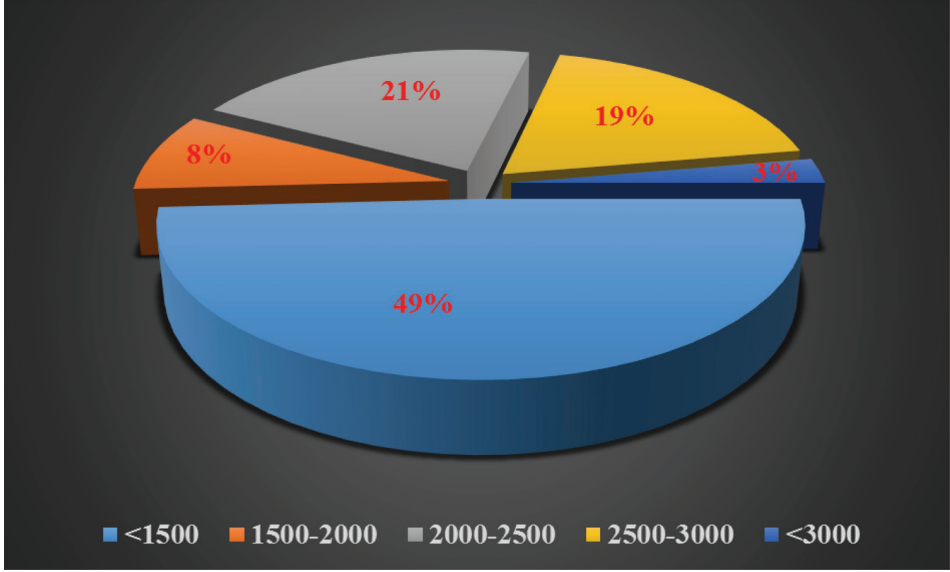
Çizelge 31: Lavvarlar bazında üretilen satılabilir taşkömürlerinin özellikleri

		ARMUTÇUK LAVVARI	KOZLU- ÜZÜLMÖZ LAVARLARI	ÇATALAĞZI LAVVARI	AMASRA LAVVARI
Rutubet	(ar) %	2-14	2-14	2-14	3-14
Kül	(ar) %	9	11-13	12-13	14-15
Uçucu Madde	(ar) %	29-34	25-27	25-27	32-35
Sabit Karbon	(ar) %	47-54	52-57	51-56	41-47
Üst Isı Değeri	(ar) Kcal/kg	6.250-7.250	6.500-7.150	6.400-7.150	5.650-6.050
Alt Isı Değeri	(ar) Kcal/kg	6.050-7.050	6.400-6.950	6.200-6.950	5.450-6.050
Uçucu Madde	(daf) %	38	32	32	43±2
Sabit Karbon	(daf) %	61±1	60-67	67±1	56±2
Üst Isıl Değeri	(daf) Kcal/kg	8150	8400	6200-6950	7600
Karbon C	(ad) %	75±2	73-76	75±2	70±3
Hidrojen H	(ad) %	4+1	4+1	4+1	4+1
Kükürt S	(ad) % Max	0,9	0,8	0,8	1,5
Azot N	(ad) %	1,1±0,3	1±0,2	1±0,2	1,2±0,4
Kül Ergime Noktası	Min 0C	1270	1350	1350	1270
ISO Koklaşma Değeri		Orta-Zayıf	Orta-İyi	Çok-İyi	Pek Zayıf
ISO Kod No		622	533-534	534	711
ISO Sınıf		VIA	VC-VD	VC	VII
ASTM Rank Grubu		hVAb	hVAb	hVAb	hVBb
ASTM Rank Skalası		62-148	68-154	69-155	58-139
ASTM Rank Sınıfı		II-Bitümlü	II-Bitümlü	II-Bitümlü	II-Bitümlü

ar- orijinal numunede, daf- kuru külsüz, ad- havada kurutulmuş, ISO- Uluslararası Standartlar Organizasyonu, ASTM- Amerikan Standart

Kaynak TTK 2013 yıllık Faaliyet Raporu

Taşkömürünün aksine linyit ülkenin her yöresine yayılmış durumdadır. Jeolojik olarak oldukça genç olan linyitlerimiz genelde düşük ısı değere ve yüksek neme sahiptir. Türkiye'nin yeni bulunan sahalar da dahil toplam 15 milyar tonu bulan linyit rezervlerinin yarısının ısı değeri 1500 kcal/kg'ın beşte dördü ise 2500 kcal/kg'ın altında yer almaktadır. (Şekil 18)



Şekil 18: Türkiye linyitlerinin ısı (kcal/kg) dağılımı (%)²⁵

Linyit rezervlerimizin çoğunluğu 1976–1990 yılları arasında bulunmuştur. Bu dönemden sonra kapsamlı rezerv geliştirme etüt ve sondajları yapılamamıştır. Enerjide dışa bağımlılığımızın giderek artması yanında pahalı oluşu, yerli kaynaklara daha fazla yönelmemizi gerektirmiştir. Bu anlayışla “Linyit Rezervlerimizin Geliştirilmesi ve Yeni Sahalarda Linyit Aranması” Projesi TKİ koordinatörlüğünde, teknik olarak MTA'nın öncülüğünde ve sorumluluğunda, ETİ Maden, TPAO, EÜAŞ, TTK ve DSI'nin katılımı ile 2005 yılında başlatılmıştır. Yapılan çalışmalarda 2005-2013 yılları arasında yaklaşık 1,2 milyar metre sondaj yapılarak, 10 adet yeni kömür sahası keşfedilmiştir. [12]

Yapılan çalışmalar neticesinde, Afşin-Elbistan Havzasında 1,8 milyar ton, Konya-Karapınar Havzası'nda 1,8 milyar ton, Eskişehir-Alpullu Havzası'nda 275 Mton, Trakya Havzası'nda 495 Mton ve Soma-Eynez Havzası'nda 172 Mton, Afyon-Dinar Bölgesi'nde 160 Mton ve Malatya-Yazihan Bölgesi'nde 13,5 Mton olmak üzere toplam 4,7 milyar ton rezerv artışı sağlanmış olup, bulunan bu rezervlerin sınıflandırılması ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir. Kömür arama çalışmaları özellikle yeni bulunan sahalarda yoğun olarak devam etmektedir. (Şekil 19)

25 Özel sektör elinde bulunan yaklaşık 1,4 Mton rezerv, özel sektöre ait yaklaşık 0,85 Mton rezervin ortalama ısı değerine göre sınıflandırılmıştır.



Aşağıdaki Çizelge 33’de Türkiye linyit rezervlerinin bölgesel olarak dağılımı kimyasal özellikleri ile birlikte verilmektedir. Çizelgeye MTA tarafından çalışmaları sürdürülen sahalar da dahil edilmiştir. Ancak burada verilen değerler geçici rakamlar olup, çalışmalar neticesinde artış ya da azalış olabilecektir.

Daha önce de bahsedildiği üzere Türkiye linyit rezervlerinin yarısının ısı değeri 1500 kcal/kg’ın altında olup, aynı zamanda %50 civarında nem ve %21 civarında kül içermektedir. Bu, diğer bir deyişle, çevresel ve işletimsel sorunlar demektir. Kömürün değişken karakteristikleri de göz önüne alınırsa, rezervlerin elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanılması durumunda, verimli bir santral işletmesinde stok sahalarının yönetimi ayrı bir önem kazanmaktadır.

Ülkemizin en büyük linyit rezervleri Afşin-Elbistan Havzası’nda bulunmaktadır. EÜAŞ Genel Müdürlüğü tarafından işletilen altı kömür sahasının her birinde bir termik santral ile birlikte projelendirilmiştir. (Şekil 20) [13]

Havza’daki Kışlaköy Sektörü Afşin-Elbistan A Termik Santralini (AEATS) beslerken, Çoğulhan Sektörü üzerinde kurulu olan Afşin Elbistan B Termik Santrali (AEBTS) Çöllolar Sektörü’nden beslenmektedir.

Çöllolar Sahası’na ait yatakların işletilmesi ve AEBTS’nin beslenmesi işi Mart 2007 tarihinde özel sektöre ihale edilmiştir. Sahada 6 Şubat ve 10 Şubat 2011 tarihlerinde iki kez şev kayması olmuştur²⁶. 2010 yılında sahada yaşanan şev kayması neticesinde saha kullanılamaz duruma gelmiştir. Kangal Sahası da aynı şekilde uzun zamandır özel sektör tarafından işletilmektedir. Çayırhan I Sahası ise 2000 yılında İşletme Hakkı Devri yöntemiyle özel sektöre devredilmiştir.

Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü tarafından 36 yıl süre ile işletilmek üzere Bolu/Himmetoğlu (Göynük) Kömür Sahasını 2X135 MW’lık, Adana/Tufanbeyli Kömür Sahasını 600 MW’lık, Manisa/Deniz Kömür Sahasını 450 MW’lık, Bursa/Keles Kömür Sahasını 270 MW’lık, Kütahya/Domaniç Kömür Sahasını 300 MW’lık ve Bingöl/Karlıova Kömür Sahasını 150 MW’lık toplamda 2.040 MW’lık kurulu güçte termik santral kurulması şartıyla özel şirketlere redevans karşılığı ihale edilmiştir.

Ülkemizde taşkömürü madenciliği Zonguldak Taşkömürü Havzası’nda TTK tarafından gerçekleştirilmektedir. Derin yer altı kömür madenciliği yapılan Zonguldak Taşkömürü Havzasının karmaşık jeolojik yapısı tam mekanizasyona gidilmesini engellemekte, taşkömürü üretimi büyük ölçüde insan gücüne dayalı emek-yoğun bir şekilde gerçekleştirilmektedir. 2004 yılından itibaren TTK tarafından işletilemeyen rezervlerin hukuku TTK uhdesinde kalmak kaydıyla redevans karşılığı özel firmalara işlettirilmesi uygulaması başlatılmıştır.

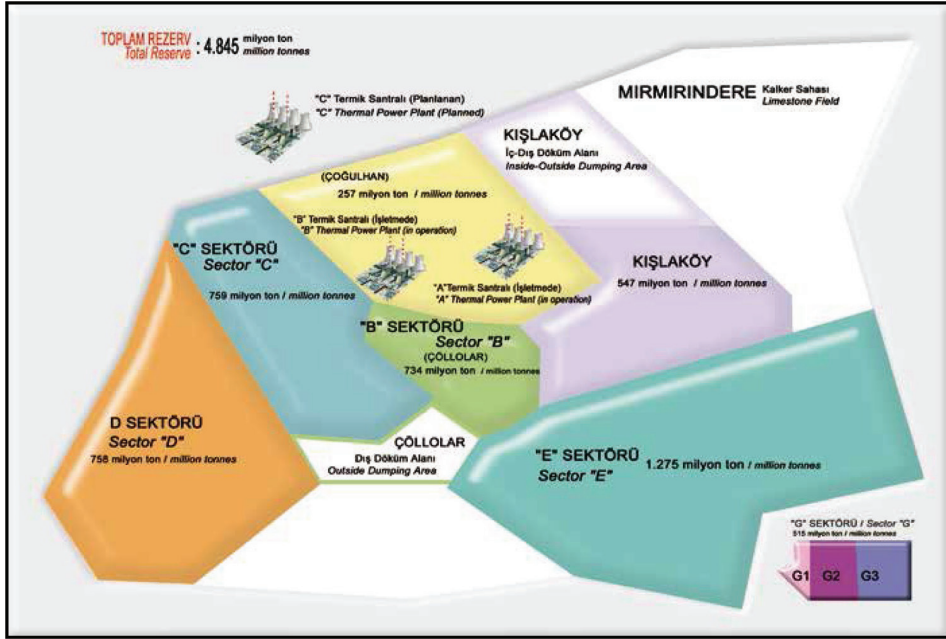
30 Kasım 1990-6 Şubat 1991 tarihleri arasında yaşanan “Büyük Madenci Grevi ve Direnişi” sonrasında TTK yeniden yapılandırılmış olup, 1980 yılı öncesinde 40 bin olan çalışan sayısı

26 Meydana gelen şev kayması sonucu akan malzeme yaklaşık 1,5 km²’lik bir alanı kapsamış ve yaklaşık 50 milyon m³ malzeme açık ocak sahasını kaplamıştır. Olayla ilgili olarak proje çalışmasının, uygulama aşamalarının ve işletme süreçlerinin incelendiği çalışmalar halen sürdürülmektedir.

27 Kamu rezervleri 2014 yılı sonu itibarıyla, özel sektör rezerv bilgisi ise 2013 yılı sonu itibarıyla verilmiştir. Diğer özel sektör rezervlerinin kimyasal özellikleri Tablo’da yer alan özel sektör sahalarının ortalamasını yansıtmaktadır. Özel sektör verileri beyan usulüne göredir. Kimyasal özellikler orijinal bazda verilmiştir. S: Kükürt, UM: Uçucu Madde

Çizelge 32: Türkiye linyit rezervleri ve kimyasal özellikleri²⁷

	REZERVLER (1000 Ton)				KİMYASAL ÖZELLİKLER (%)				
	Görünür	Müm-kün	Muh-temel	Toplam	Nem	Kül	S	UM	AİD
Toplam TKİ	3.459.764	157.333	18.451	3.635.548	30,65	27,71	1,79	23,81	2262
Adana-Tufanbeyli	323.329			323.329	41,00	28,00	2,10	24,00	1298
Bursa-Keles	46.989	19.945	1.560	68.494	36,15	23,43	3,14	23,85	2190
Çanakale-Çan	73.053			73.053	23,00	25,00	4,20	30,00	3000
Konya-İlgin	18.843	974		19.817	36,56	18,53	3,41	38,90	2218
Konya-Beyşehir	81.011			81.011	48,00	25,00	1,10	17,00	1105
Kütahya-Tunçbilek	239.636		16.891	256.527	15,00	41,00	1,60	25,00	2560
Manisa-Soma	689.179	15.000		704.179	14,32	34,87	1,27	25,25	2879
Tekirdağ-Saray	196.778	86.651		283.429	45,00	16,00	1,90	20,00	2080
Bolu-Göynük	36.875	1.000		37.875	27,00	31,00	1,80	25,00	2340
Çorum-Dodurga	18.591	4.042		22.633	23,00	23,00	1,60	39,00	3150
Bingöl-Karlıova	88.662	15.000		103.662	47,00	24,00	0,60	16,00	1460
Eskişehir Alpu	1.453.228			1.453.228	33,00	26,00	1,86	24,00	2243
Kırklareli-Vize-Lüleburgaz	136.704	2.722		139.426	39,00	25,50	2,19	21,00	1891
Diğerleri	56.886	11.999		68.885	42,33	10,56	1,80	24,28	2785
Toplam EÜAŞ	7.448.657	133.706	2.964	7.585.327	48,06	21,39	2,00	21,18	1333
Afşin-Elbistan Havzası	4.831.902			4.831.902	51,76	20,02	2,10	20,27	1136
Çayırhan Havzası	394.896	31.000		425.896	25,18	30,28	3,21	22,50	2537
Tekirdağ-Merkez Sahası	160.585	50.934	2.964	214.484	33,24	27,56	1,95	22,62	2140
İstanbul-Çatalca Sahası	228.457	51.772		280.229	32,12	30,04	1,87	21,97	2018
Konya-Karapınar Havzası	1.832.816			1.832.816	47,78	20,88	1,50	23,00	1374
Toplam MTA	1.207.484	5.629		1.213.113	41,43	17,99	1,64	28,91	1792
Afyon-Dinar	935.811	5.629		941.440	41,78	16,57	1,39	29,17	1854
Isparta-Şakırağa	238.490			238.490	41,13	22,81	2,21	27,97	1489
Denizli-Çardak	25.629			25.629	33,29	21,34	5,31	29,32	2432
Denizli-Çivril	7.554			7.554	35,32	32,55	3,21	24,35	1461
Özel Sektör	2.897.853	32.800		2.930.653	34,22	23,83	2,48	27,33	2474
Sivas-Kangal	98.500			98.500	50,00	20,00	3,00	19,00	1282
Kütahya-Seyitömer	147.733	32.800		180.533	32,17	42,85	1,2	22,02	2074
Muğla-Milas	249.576			249.576	29,88	26,28	2,69	24,7	2046
Muğla-Yatağan	154.914			154.914	31,77	24,43	2,11	19,8	2452
Bursa-Orhanlı	36.578			36.578	24,26	23,88	1,90	32,34	2515
Diğer Özel Sektör	2.210.552			2.210.552	34,52	22,12	2,58	28,88	2609
TOPLAM TÜRKİYE	15.013.75	329.468	21.415	15.364.642	40,78	23,08	2,01	23,59	1807



Şekil 20: Afşin-Elbistan Havzası (Kaynak: EÜAŞ 2013 Faaliyet Raporu)

2008 yılında on binin altına düşmüş, daha sonra yeni işçi alımları ile tekrar tırmanışa geçse de ayrılanlar ve emekli olanlar yüzünden 2013 yılı 9.839 olarak gerçekleşmiştir. Bununla birlikte doğrudan üretimde çalışan yeraltı işçisi 3.000 civarında olup, bu sayı istenilen randımanı sağlamakta yetersiz kalmaktadır. Yaklaşık 5.000 civarında yeraltı işçisinin zorunlu yan hizmetlerde çalışması gerektiği göz önüne alınırsa bu sayının ne kadar yetersiz kaldığı daha iyi anlaşılabilir. (Çizelge 33)

Taşkömürü üretiminin son 40 yıllık geçmişine bakıldığında, 1974 yılında tavan yapan taşkömürü üretimi giderek azalarak 1999 yılında 1,99 Mton üretimle taban yapmış. daha sonra biraz toparlanmış ve son yıllarda redevanslı sahaların üretimiyle 2,9 Mton'a ulaşmıştır. 2010 yılında ise küresel bazda yaşanan ekonomik krizin de etkileriyle 2,6 milyon tonda kalmıştır.

Taşkömürü üretimi 1974 yılında en yüksek noktayı gördükten sonra, 1979 yılında 4.000 tona inmiş, hemen sonraki yıldaki %11 düşüşten sonra 1982'de tekrar 4.000 tonu yakalamış, ancak sonrasında azalmaya devam ederek 1990 yılında 2.745 ton'a kadar düşmüştür. Üretim seviyesini 1994 yılına kadar hemen hemen koruduktan sonra tekrar azalarak 1999 ve 2004 yıllarında 2.000 tonun altına düşmüştür. 2004 yılından 2009 yılına kadar TTK'daki düşüş devam etse de redevanslı sahaların da üretime olan katkısı ile toplamda artarak, 2009 yılında 1992 seviyesine yakın olan 2.863 tonluk üretimi yakalamıştır. (Şekil 21) Ancak sonraki yıllarda özellikle redevanslı sahalarından kaynaklanan sorunlar nedeniyle üretim giderek gerilemiş ve 2013 yılında 1970'den beri ilk defa 2 Mton'un altına düşmüştür.

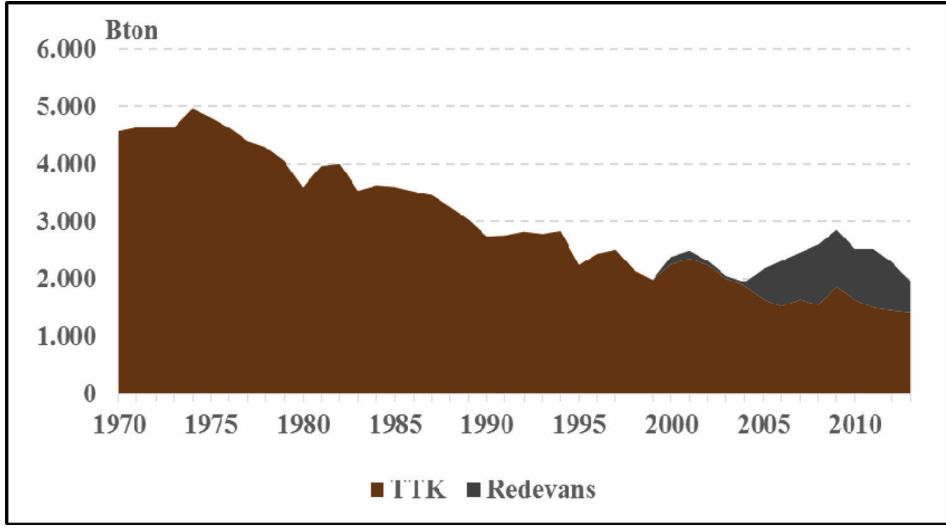
1970'li yıllarda toplam taşkömürü talebinin tamamını karşılayabilen Türkiye, 1987 yılına gelindiğinde, talebinin ancak yarısını karşılayabilir hale gelmiştir. Bu yıl aynı zamanda ilk

Çizelge 33: Yıllar itibariyle TTK çalışan sayısı

Yıl	Üretimde	Yeraltı	Yerüstü	Toplam
1950	5.276	18.233	15.223	33.456
1960	5.507	22.727	20.316	43.043
1970	3.634	20.196	14.475	34.671
1975	4.119	22.498	17.504	40.002
1980	3.897	24.230	17.697	41.927
1990	3.930	21.024	13.325	34.349
1991	3.363	18.338	12.877	31.215
1992	2.955	17.003	12.492	29.495
1993	2.957	16.592	11.837	28.429
1994	4.541	14.427	9.537	23.964
1995	4.486	13.348	8.172	21.520
1996	4.193	13.028	7.375	20.403
1997	3.770	12.277	6.397	18.674
1998	3.490	11.684	5.722	17.406
1999	3.042	10.898	5.282	16.180
2000	6.022	14.588	4.563	19.151
2001	4.938	13.425	4.600	18.025
2002	4.597	11.761	4.000	15.761
2003	4.279	10.339	3.723	14.062
2004	3.861	8.932	3.329	12.261
2005	3.277	8.200	3.049	11.249
2006	2.936	7.703	2.908	10.611
2007	2.970	7.985	2.568	10.553
2008	2.309	7.391	2.294	9.685
2009	3.678	8.754	2.225	10.979
2010	4.033	9.330	2.126	11.456
2011	3.863	9.125	1.980	11.104
2012	3.545	8.661	1.851	10.512
2013	3.018	7.942	1.897	9.839

defa ithalatın üretimi geçtiği yıldır. İthalat sonrasında giderek artarak 1998 yılında 10 Mton'u aşmış, 2006'da ise 20 Mton'un üzerinde gerçekleşmiştir. 2012'de bir önceki yıla göre %20 artarak 30 Mton'a yaklaşıp da, 2013 yılında %10 azalarak 26 Mton olmuştur. Bu yıl üretimin talebi karşılama oranı da %7 olarak kaydedilmiştir.

Ülkemizde taşkömürü elektrik enerjisi üretimi ve kok üretimi dışında çimento üretim tesisleri başta olmak üzere sanayi sektöründe ve ısınma amaçlı olarak kullanılmaktadır.



Şekil 21: Türkiye'nin yıllar itibariyle taşkömürü üretimi (Bton)

Kok fabrikalarının 70'li yılların başında 1,8 Mton olan kok taşkömürü tüketimi giderek artarak 80'li yılların başında 2,6 Mton'a, 90'lı yılların başında da 4,7 Mton'a ulaşmıştır. Daha sonra giderek azalarak 2000'li yılların ilk çeyreğinde 3,5 Mton'a kadar düşmüş, ancak daha sonra toparlanarak ara sıra düşüşler yaşasa da 2013 yılında 5,6 Mton seviyesine ulaşmıştır. Sektörün artan kok talebini karşılamada, kok fırınlarının kapasitesinin yetersiz kalması sonucu, kok ithalatımız da hızla artmıştır. Son yıllarda dünyadaki gelişmelere paralel olarak, hem maliyetleri hem de kok miktarını azaltmak amacıyla, önce Erdemir sonra da İsdemir pulverize kömür kullanmaya başlamıştır. Her ne kadar kullanılan kömürün çoğu ithal kaynaklı ise de bir miktar yerli kömürümüz de bu amaçla kullanılmaktadır.

Son derece dinamik ve rekabete açık bir sektör olan demir çelik sektörü aynı zamanda son teknolojilere ve yeniliklere de açıktır. Son on yılda kokluk kömür talebi yıllık ortalama %3,4 artarken kok talebi %2,8, entegre demir-çelik tesislerinde üretilen ham çelik miktarı %5,6 artmıştır. Bu dönemde kok tesislerinin verimliliklerinde çok ciddi değişimler olmazken üretilen birim ham çelik miktarı başına tüketilen kokta göreceli bir azalış gözlemlenmektedir ki, bu da sektörün Ar-Ge ve verimliliğe verdiği önemin önemli bir yansımasıdır. (Çizelge 34)

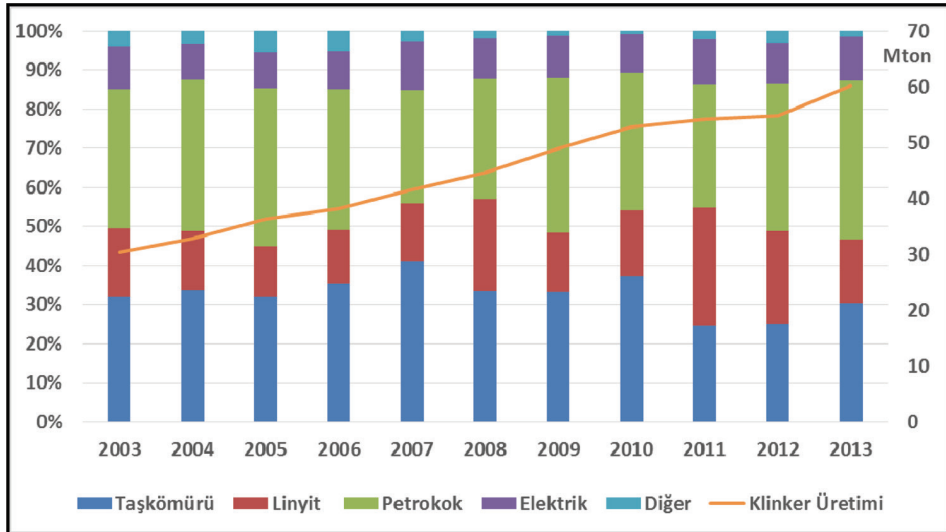
Havzada Armutçuk Bölgesi'nde yer alan ve yarı-koklaşma özelliği gösteren kömürlerin bu sektör dahilinde ekonomiye kazandırılması için, yapılacak Ar-Ge harcamalarının ve buna paralel yatırımların artırılması, ülkemiz ithalat bağımlılığının biraz olsun azaltılmasına ve aynı zamanda istihdama katkıda bulunabilecektir.

1970 yılında toplam elektrik enerjisi üretimimizin yaklaşık %20'si taşkömürü ile karşılanmasına rağmen bu oran 80'li yılların başında %4'e, 90'lı yılların başında %1'lere kadar düşmüş, daha sonra toparlanarak 2000'li yılların başında önce %3'lere, İSKEN ithal kömür santralinin devreye girmesiyle de %8'lere çıkmıştır.

Çizelge 34: Kokluk kömür ve kok tüketimi ile entegre tesislerden ham çelik üretimi ve yıllık bileşik büyüme oranları

	2003	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	YBBO (%)
Kok Kömürü Tüketimi (Btep)	2.984	3.569	3.237	3.853	3.383	3.793	3.791	4.085	4.168	3,4
Kok Tüketimi (Btep)	2.371	2.567	2.644	2.679	2.475	2.938	2.836	2.996	3.117	2,8
Yerli Üretim (Btep)	2.014	2.249	2.335	2.532	2.292	2.823	2.622	2.743	2.759	3,2
İthalat (Btep)	356	318	309	147	183	115	215	253	358	0,05
Ham Çelik Üretimi (Bton)	5.753	6.185	6.392	7.034	7.562	8.238	8.832	9.325	9.931	5,6
Özgül Enerji Tüketimi (ton/tep)	41,2	41,5	41,4	38,1	32,7	35,7	32,1	32,1	31,4	

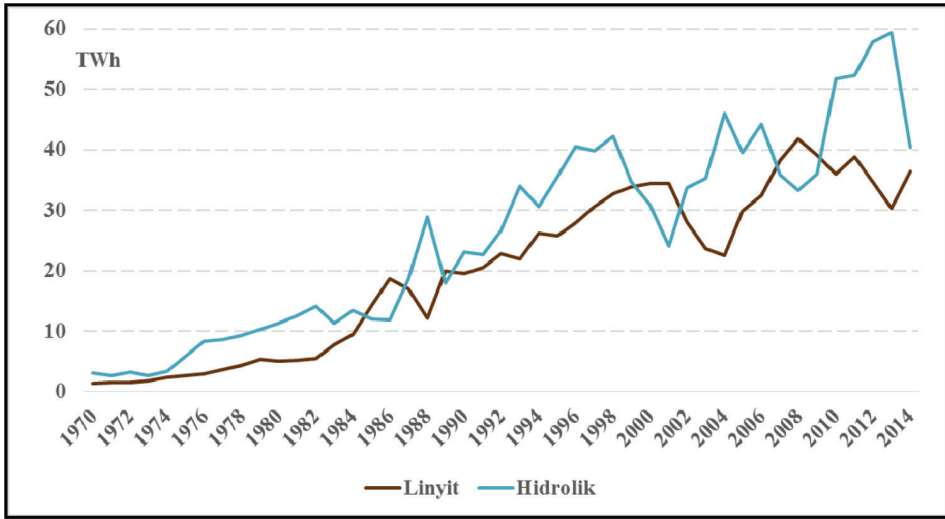
Ülkenin çimento sektörü tarafından tüketilen kömür miktarı da artan üretime paralel olarak sürekli bir artış göstermiştir. Onar yıllık periyotlar halinde incelendiğinde en yüksek artış hızı ortalama yıllık %23,9 ile 1980-1990 yılları arasında olmuştur. Bu yıllar çimento sektöründe özelleştirmelerin de gerçekleştiği yıllardır. Hemen bir sonraki on yılda (1990-2000) %2,7'lik bir artış hızına düşmüşse de son on yılda (2003-2013) %7,5'lik bir oranı yakalamayı başarmıştır. Bu dönemde ülkenin klinker üretiminin yıllık ortalama %7 artışla 30,4 Mton'dan 60,2 Mton'a çıktığı göz önüne alınırsa aslında bu artışın son derece doğal olduğu kolayca anlaşılabılır. Çimento sektöründe 90 yıllara kadar yoğun olarak tüketilen petrol ürünlerinin yerini sonrasında hızla petrokok almıştır. Petrokok ilk defa sektör tarafından, 1990 yılında 461 bton olarak ithal edilmeye başlanmış ve çimento sektörü içindeki payını hızla artırmıştır. Yüksek kükürt içeriği nedeniyle sonraki yıllarda tüketimi belli sektörlerle sınırlanan petrokokun devreye girmesiyle kömür tüketiminin klinker üretimine paralel artmasının önüne geçilmiştir. (Şekil 22)



Şekil 22: Çimento sektörünün tükettiği yakıtların oranı (%) ve klinker üretimi (Mton)

1970 yılında arza sunulan taşkömürünün %8'i teshin amaçlı (alan ısıtması) kullanılırken, bu oran 1981 yılında %2'ye düşmüştür. Ancak sonrasında ithal taşkömürü miktarındaki artışa paralel olarak tekrar tırmanışa geçerek 1989 yılında %20'lik bir paya ulaşmıştır. Ancak özellikle 90'lı yılların ikinci yarısında doğal gazın ülkede hızla yayılmasıyla, taşkömürünün teshinde kullanımı da miktar ve oran olarak hızla gerilemeye başlamıştır. Ancak burada 2009 yılı sonrasında yapılan detay çalışmaların neticesinde tanımlanamayan kömürün aslında büyük oranda teshinde kullanıldığının anlaşıldığını ve bu tarihten sonra kömürün payında ve miktarında önemli düzeyde artış olduğunu tekrar vurgulamakta yara vardır. 2009-2012 verilerine göre kömürün yaklaşık %30'u teshinde kullanılırken, 2014 yılında bu rakam %20 olarak kaydedilmiştir.

1970 yılında 5,8 Mton olan linyit üretimimiz, ara ara düşüşler gösterse de sürekli artarak 1980 yılında 14,5 Mton'a. 1990 yılında 44,4 Mton'a ve 1998 yılında 65 Mton'a ulaşmıştır. 2001-2004 arasında keskin bir düşüş seyretiltikten sonra, 2005 yılı itibarıyla tekrar artışa geçerek 2009 yılında 75,5 Mton seviyesine gelmiştir. Linyit tüketimi sonraki yıllarda düşüşe geçerek 57,5 Mton'a kadar gerilemiştir. Bunda 2011 Şubat ayında Afşin Çöllolar Kömür Sahası'nda gerçekleşen ve dünyanın en büyük maden kazalarından birisi olarak kayda geçen şev kayması'nın etkisi büyük olmuştur. Aynı zamanda hidroliklerde kaydedilen artış da bu azalışı tetikleyen unsurlardan biridir. Ülkemizde linyite dayalı santrallerin son yıllardaki özelleştirmeler haricinde kamu elinde olması nedeniyle, bol yağışlı dönemlerde hidrolik santrallerine ağırlık verildiği ve linyit santrallerinin bilinçli olarak çok daha az çalıştırıldığı görülmektedir. (Şekil 23)



Şekil 23: Yıllar itibarıyla linyit ve hidrolik kaynaklı elektrik enerjisi üretimleri

1970-1980 ve 1980-1990 döneminde yıllık ortalama %9,61 ve %11,87 artış gösteren üretim sonraki onar yıllık dönemde sırasıyla %3,2 ve %2,2 (2003-2013) artış gösterebilmiştir. Son on yılda Linyit Arama Projesi ile rezervlerde sağlanan artış henüz üretime yansiyamamıştır.

Linyit daha önce de bahsedildiği gibi ülkemizde hemen hemen her yörede yaygın olarak bulunan bir enerji kaynağı olup, büyük oranda elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi üretiminde kullanılan linyitin toplam linyit tüketimi içindeki payı irdelendiğinde, 1970 yılında %20 olan payın neredeyse her on yılda bir %20 artarak 2000 yılında %83'e 2013 yılında ise %85'e ulaşmıştır.

1970 yılında toplam tüketilen linyitin %36'sı sanayi amaçlı kullanılırken bu oran 1980 yılında %23'e, 1990 yılında %18'e ve 2000 yılında %11'e düşmüştür. Son yıllarda bir miktar daha azalmış ve 2013'de %7'ye kadar düşmüştür.

1970'de entegre gübre tesislerinde kullanılan linyitin toplam linyit tüketimi içindeki payı %13, sanayi tüketimindeki payı %37 iken, bu oranlar 1980'e gelindiğinde %4 ve %13, 1990 yılında ise %1 ve %6 olarak gerçekleşmiş, 2000 sonrasında da sektör linyit tüketimini tamamen terk etmiştir.

1970 yılında 303 Bton linyit tüketen şeker fabrikaları, tüketimini 1980 yılında yaklaşık iki katına çıkarırken, linyit tüketiminin sanayi sektörü içindeki payı da 1 puan artarak %16'ya çıkmış, tüketim 1991 yılında 1.545 Bton ile pik yaptıktan sonra, payını hemen hemen korumasına rağmen tüketimdeki düşüşü devam ederek, 2009 yılında 80 Bton ile tamamlamıştır. Şeker sektöründe son yıllarda linyitin payı düşerken doğal gazın ve elektrik enerjisinin payının arttığı görülmektedir.

1970 yılında 258 Bton olan çimento sektörünün linyit tüketimi, 80 yılına gelindiğinde üç kat, sonraki on yılda 2,5 kat artmıştır. 1987 ve 1988 yıllarında 2.300 Bton ile pik yaptıktan sonra tüketim inişe geçmiş, hatta 1999 yılında 807 Bton ile 1981 yılı öncesi düzeye gerilemiştir. Sektörün linyit tüketimi sonrasında toparlanarak 2006 yılında 1,8 Mton, 2011 yılında ise 3,1 Mton'a kadar çıksa da sonrasında inişe geçerek 2 Mton'a kadar düşmüştür.

1970 yılında Türkiye'de tüketilen toplam linyitin %42'si konut ve hizmetler sektöründe ısınma amaçlı olarak kullanılırken, bu oran 1981 yılında %35'e düşmüş, bir ara artsa da düşüş devam ederek ve 1990 yılında %16'ya 2001 yılında %4'e kadar gerilemiştir. Linyitin payı sonradan %12'ye kadar çıksa da 2013 yılında %7,7 olarak gerçekleşmiştir. Her sene yaklaşık 1 milyon ton linyit valilikler aracılığıyla halka dağıtılmaktadır.

Türkiye'nin taşkömürü ve linyit dengesi aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. Son yıllarda kömür istatistiklerinde görülen dalgalanmaların istatistiki hatalardan kaynaklanma olasılığı yapılacak analizlerde göz önüne alınmalıdır.

Çizelge 35-Çizelge38 Türkiye taşkömürü ve linyit dengesini orijinal bazda ve tep cinsinden sunmaktadır.

Çizelge 35: Türkiye taşkömürü dengesi (Bton)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Üretim	4.573	4.639	4.641	4.642	4.965	4.813	4.632	4.405	4.295	4.051	3.598	3.970	4.008	3.539	3.632	3.605	3.526	3.461	3.256	3.038	2.745	2.762
İthalat				16	160	201	312	674	537	826	945	650	1.106	1.670	1.982	2.662	2.998	3.917	4.503	3.615	5.557	6.083
İhracat	274	14					1	1		2	2	2	3				1	2		2		
Stok Değişimi	428	26	-3	-63	-94	-55	62	-21	-136	23	89	-96	-67	127	64	-77	23	-158	-234	174	-111	-21
Birincil Enerji Tüketimi	4.727	4.651	4.638	4.595	5.031	4.959	5.005	5.057	4.696	4.898	4.630	4.522	5.044	5.336	5.678	6.189	6.545	7.220	7.525	6.825	8.191	8.824
Çevrim ve Enerji Sektörü	3.075	3.045	3.164	3.262	3.151	3.215	3.711	3.559	3.661	3.953	3.610	3.548	3.892	4.285	4.198	4.614	5.001	5.403	5.268	4.554	5.444	5.570
Elektrik Santralleri	959	1.032	1.042	1.094	1.106	1.080	1.051	996	931	877	765	736	734	637	622	635	670	528	311	247	474	782
Hava Gazı Fabrikaları	269	290	287	281	252	224	263	290	291	275	226	233	232	224	189	184	167	167	160	137	96	85
Kök Fabrikaları	1.847	1.723	1.835	1.887	1.793	1.911	2.397	2.273	2.439	2.801	2.619	2.579	2.926	3.424	3.369	3.715	4.092	4.343	4.524	3.868	4.723	4.314
İç Tüketim ve Kayıp															18	80	72	365	273	302	151	389
Nihai Enerji Tüketimi	1.652	1.606	1.474	1.333	1.880	1.744	1.294	1.498	1.035	945	1.020	974	1.152	1.051	1.480	1.575	1.544	1.817	2.257	2.271	2.747	3.254
Sanayi Tüketimi	440	393	365	422	706	701	482	797	539	433	586	573	683	593	914	969	989	1.018	939	971	1.460	1.865
Demir Çelik																						
Kimya-Petrolkimya																						
Gübre																			242	270		
Çimento	41	27	27	42	30	52	40	62	28	80	111	63	82	81	276	376	566	556	514	446	946	1.458
Şeker	21	18	25	21	16	25	39	35	30	68	72	55	54	50	34	46	41	50	17	15	80	20
Demir Dışı Metaller																						
Gıda																			4	6		2
Tekstil ve Deri																						
Kağıt ve Kağıt Ürünleri																						
Seramik																						
Cam ve Cam Ürünleri																						
Motorlu Kara Taşıtı	378	348	313	359	660	624	403	700	481	285	403	455	547	462	604	547	382	412	162	234	434	385
Diğer Sanayi	826	846	803	731	745	647	587	386	263	231	243	293	297	287	248	177	96	69	58	30	12	10
Ulaştırma																						
Konut ve Hizmetler	386	367	306	180	429	396	225	315	233	281	191	108	172	171	318	429	459	730	1.260	1.270	1.275	1.379
Tamam																						
Elektrik Üretimi (GWh)	1.382	1.453	1.431	1.502	1.516	1.427	1.346	1.266	1.207	1.067	912	892	913	787	706	710	773	628	345	317	621	998
Kurulu Güç (MW)	350	350	350	350	350	350	350	350	323	323	323	323	323	246	220	220	198	182	182	332	332	353

Çizelge 35: Türkiye taşkömürü dengesi (Bton)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Üretim	2.830	2.789	2.839	2.248	2.441	2.513	2.156	1.990	2.392	2.494	2.319	2.059	1.946	2.170	2.319	2.462	2.601	2.863	2.524	2.528	2.292	1.968
İthalat	5.414	5.640	5.463	5.941	8.272	9.874	10.361	8.864	12.990	8.028	11.693	16.166	16.427	17.360	20.286	22.946	19.489	20.364	21.333	23.680	29.195	26.633
İhracat																				6	7	6
Stok Değişimi	597	116	-110	359	179	150	629	508	144	654	-182	-690	531	-109	193	-20	629	471	1.712	26	-21	-418
Birincil Enerji Tüketimi	8.841	8.545	8.192	8.548	10.892	12.537	13.146	11.362	15.525	11.176	13.830	17.535	18.904	19.421	22.798	25.388	22.720	23.698	25.568	26.228	31.460	28.178
Çevrim ve Enerji Sektörü	5.701	5.573	5.759	5.508	5.684	6.265	6.394	5.871	6.282	5.832	5.619	7.788	8.939	9.517	10.262	10.539	11.769	11.440	12.951	15.350	17.297	17.777
Elektrik Santralleri	1.339	1.298	1.441	1.246	1.476	1.828	1.885	1.729	2.034	2.274	2.051	3.706	4.565	5.259	5.477	5.912	6.197	6.361	7.582	10.116	11.854	11.777
Hava Gazı Fabrikaları	81	37	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kök Fabrikaları	4.177	4.122	4.200	4.182	4.135	4.367	4.448	4.086	4.191	3.551	3.506	4.032	4.328	4.218	4.745	4.443	5.526	4.900	5.322	5.201	5.392	5.571
İç Tüketim ve Kayıp	104	116	111	80	73	70	61	56	57	7	62	50	46	40	40	184	46	179	47	34	51	429
Nihai Enerji Tüketimi	3.140	2.972	2.433	3.040	5.208	6.272	6.752	5.491	9.244	5.344	8.211	9.747	9.965	9.904	12.536	14.849	10.951	12.258	12.617	10.878	14.163	10.401
Sanayi Tüketimi	1.630	1.507	1.651	1.803	4.224	4.948	6.005	4.879	8.529	4.548	7.352	8.763	9.061	8.970	11.671	13.984	4.435	4.918	5.090	4.105	4.141	4.722
Demir Çelik															89	89	293	713	928	1.528	1.468	1.430
Kimya-Petrol Kimya																						
Gübre				42	47	48	52	55	55	55	75						1	72	84	127	121	134
Çimento	1.329	903	1.368	1.137	1.317	1.588	1.118	1.627	1.236	951	1.014	1.339	1.879	1.982	2.215	2.666	2.495	2.566	3.027	2.286	2.283	2.769
Şeker	1	0	0	0	23	56	85	77	90	90	79	60	59	71	72	13	9	6	74	22	13	4
Demir Dışı Metaller	3	3	0	37	40	65	72	72	72	72	85	80	89	94	94	163			18	19	62	4
Gıda																			74	84	55	55
Tekstil ve Deri																				67	28	
Kağıt ve Kağıt Ürünleri																			2	4	1	
Seramik																			74	84	43	
Cam ve Cam Ürünleri																						
Motorlu Kara Taşıtı	297	601	283	587	2.797	3.191	4.678	3.048	7.076	3.380	6.099	7.284	7.035	6.734	9.200	10.848	1.217	1.346	375	34	37	652
Diğer Sanayi	15	14	8	4	11	7	7	6	1													
Ulaştırma																						
Konut ve Hizmetler	1.495	1.451	774	1.233	973	1.317	740	606	714	796	859	984	904	935	865	865	6.516	7.337	7.524	6.773	9.919	5.650
Tarım																			2	3	103	29
Elektrik Üretimi (GWh)	1.815	1.796	1.978	2.232	2.574	3.273	2.981	3.123	3.819	4.046	4.093	8.663	11.998	13.246	14.217	15.136	15.858	16.148	18.120	26.531	32.475	32.792
Kurulu Güç (MW)	353	353	353	326	341	335	335	335	480	480	480	480	1.800	1.845	1.986	1.986	1.986	1.986	2.256	3.616	4.216	4.248

Çizelge 36: Türkiye taşkömürü dengesi (Btep)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Üretim	2.790	2.830	2.831	2.832	3.029	2.936	2.826	2.687	2.620	2.471	2.195	2.422	2.445	2.159	2.216	2.199	2.151	2.111	2.212	2.027	2.080	1.827
İthalat				10	98	123	190	411	328	504	576	397	675	1.019	1.209	1.624	1.829	2.389	3.152	2.531	4.204	4.664
İhracat	167	9				1	1	1	1	1	1	1	2			1	1	1		1		
Stok Değişimi	261	16	-2	-38	-57	-34	38	-13	-83	14	54	-59	-41	77	39	-47	14	-96	-160	166	-134	11
Birincil Enerji Tüketimi	2.883	2.837	2.829	2.803	3.069	3.025	3.053	3.085	2.865	2.988	2.824	2.758	3.077	3.255	3.464	3.775	3.992	4.404	5.204	4.722	6.150	6.501
Çevrim ve Enerji Sektörü	-1.876	-1.857	-1.930	-1.990	-1.922	-1.961	-2.264	-2.171	-2.233	-2.411	-2.202	-2.164	-2.374	-2.614	-2.561	-2.815	-3.051	-3.296	-3.624	-3.132	-4.195	-4.296
Elektrik Santralleri	-585	-630	-636	-667	-675	-659	-641	-608	-568	-535	-467	-449	-448	-389	-379	-387	-409	-322	-154	-117	-219	-354
Hava Gazı Fabrikaları	-164	-177	-175	-171	-154	-137	-160	-177	-178	-168	-138	-142	-142	-137	-115	-112	-102	-102	-112	-96	-77	-58
Kök Fabrikaları	-1.127	-1.051	-1.119	-1.151	-1.094	-1.166	-1.462	-1.387	-1.488	-1.709	-1.598	-1.573	-1.785	-2.089	-2.055	-2.266	-2.496	-2.649	-3.167	-2.708	-3.778	-3.570
İç Tüketim ve Kayıp															-11	-49	-44	-223	-191	-211	-121	-314
Nihai Enerji Tüketimi	1.008	980	899	813	1.147	1.064	789	914	631	576	622	594	703	641	903	961	942	1.108	1.580	1.590	1.954	2.205
Sanayi Tüketimi	268	240	223	257	431	428	294	486	329	264	357	350	417	362	558	591	603	621	657	680	1.074	1.291
Demir Çelik																			169	189		
Kimya-Petrokimya																						
Gübre																						
Çimento	25	16	16	26	18	32	24	38	17	49	68	38	50	49	168	229	345	339	360	312	684	1.021
Şeker	13	11	15	13	10	15	24	21	18	41	44	34	33	31	21	28	25	31	12	11	64	14
Demir Dışı Metaller																			3	4		1
Gıda																						
Tekstil ve Deri																						
Kağıt ve Kağıt Ürünleri																						
Seramik																						
Cam ve Cam Ürünleri																						
Motorlu Kara Taşıtı	231	212	191	219	403	381	246	427	293	174	246	278	334	282	368	334	233	251	113	164	326	255
Diğer Sanayi	504	516	490	446	454	395	358	235	160	141	148	179	181	175	151	108	59	42	41	21	10	7
Ulaştırma																						
Konut ve Hizmetler	235	224	187	110	262	242	137	192	142	171	117	66	105	104	194	262	280	445	882	889	870	907
Tamam																						
Elektrik Üretimi (GWh)	1.382	1.453	1.431	1.502	1.516	1.427	1.346	1.266	1.207	1.067	912	892	913	787	706	710	773	628	345	317	621	998
Kurulu Güç (MW)	350	350	350	350	350	350	350	350	323	323	323	323	323	246	220	220	198	182	182	332	332	353

Çizelge 36: Türkiye taşkömürü dengesi (Btep)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Üretim	1.727	1.722	1.636	1.319	1.382	1.347	1.143	1.030	1.060	1.145	1.047	1.132	1.081	1.184	1.348	1.089	1.204	1.294	1.511	1.308	1.095	990
İthalat	4.131	4.046	3.951	4.347	5.923	7.017	7.422	6.378	8.803	5.452	7.857	10.546	10.929	11.432	13.256	14.334	12.708	13.119	13.734	15.351	19.237	16.951
İhracat																				3	5	4
Stok Değişimi	385	66	-75	239	96	88	356	300	70	414	-68	-477	316	-102	116	-12	267	355	234	10	-12	-245
Birincil Enerji Tüketimi	6.243	5.834	5.512	5.905	7.401	8.452	8.921	7.708	9.933	7.011	8.836	11.201	12.326	12.514	14.721	15.411	14.179	14.768	15.479	16.666	20.316	17.692
Çevrim ve Enerji Sektörü	-4.097	-3.824	-3.921	-3.926	-3.906	-4.246	-4.325	-3.975	-3.924	-3.548	-3.497	-4.888	-5.744	-5.849	-6.458	-6.486	-7.170	-6.917	-7.393	-10.057	-11.018	-11.327
Elektrik Santralleri	-609	-591	-656	-568	-673	-836	-858	-794	-787	-917	-863	-1.873	-2.509	-2.653	-2.863	-3.137	-3.288	-3.409	-3.574	-6.244	-6.922	-6.919
Hava Gazı Fabrikaları	-57	-29	-5																			
Kok Fabrikaları	-3.356	-3.116	-3.186	-3.304	-3.184	-3.363	-3.425	-3.143	-3.101	-2.628	-2.594	-2.984	-3.206	-3.170	-3.569	-3.237	-3.853	-3.793	-3.791	-4.085	-4.168	
İç Tüketim ve Kayıp	-75	-88	-74	-54	-49	-47	-41	-38	-35	-3	-39	-31	-30	-26	-26	-112	-28	-126	-26	-22	-11	-240
Nihai Enerji Tüketimi	2.146	2.010	1.591	1.979	3.494	4.206	4.596	3.733	6.009	3.463	5.339	6.313	6.581	6.665	8.263	8.925	7.010	7.851	8.086	6.609	9.297	6.365
Sanayi Tüketimi	1.120	1.033	1.082	1.176	2.842	3.329	4.098	3.323	5.545	2.951	4.782	5.680	5.986	6.050	7.693	8.407	2.816	2.815	3.043	2.490	2.574	2.881
Demir Çelik														0	60	59	176	437	597	1.016	932	833
Kimya-Petrokimya																						
Gübre				27	32	32	35	35	35	39	48					1	48	55	86	83	94	
Çimento	897	606	891	721	875	1.048	758	1.106	796	614	671	868	1.219	1.290	1.463	1.603	1.570	1.474	1.728	1.331	1.452	1.639
Şeker	1	1		16	37	57	57	52	59	59	50	38	38	45	47	8	5	4	18	14	8	2
Demir Dışı Metaller	2	2		24	27	43	48	48	48	50	55	52	58	61	62	98				13	11	35
Gıda																				48	56	31
Tekstil ve Deri																				0	46	7
Kağıt ve Kağıt Ürünleri																				1	3	1
Seramik																				44	58	13
Cam ve Cam Ürünleri																						
Motorlu Kara Taşıtı	220	424	191	404	1.893	2.169	3.199	2.083	4.608	2.190	3.958	4.722	4.672	4.593	6.061	6.521	803	693	227	21	24	418
Diğer Sanayi																						
Ulaştırma	11	11	5	2	7	5	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Konut ve Hizmetler	1.015	966	504	801	644	872	494	406	464	512	557	634	596	615	570	518	4.194	5.035	5.042	4.119	6.662	3.465
Tamam																			1	1	62	19
Elektrik Üretimi (GWh)	1.815	1.796	1.978	2.232	2.574	3.273	2.981	3.123	3.819	4.046	4.093	8.663	11.998	13.246	14.217	15.136	15.858	16.148	18.120	26.531	32.475	32.792
Kurulu Güç (MW)	353	353	353	326	341	335	335	335	480	480	480	1.800	1.845	1.986	1.986	1.986	1.986	2.256	3.616	4.216	4.248	4.248

Çizelge 37: Türkiye linyit dengesi (Bton)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Üretim	5.782	6.222	7.342	7.754	8.354	9.150	11.146	12.176	15.122	13.127	14.469	16.476	17.804	20.956	26.115	35.869	42.284	42.896	35.338	48.762	44.407	43.207
İthalat							50		245	131	197									15	185	
İhracat	-10	154	13	-112	-166	-177	-98	-501	-1.642	886	971	-297	-88	-293	-483	-1.091	231	-2.243	-2.258	-1.205	1.469	5.459
Stok Değişimi																						0
İstatistikî Hata																-11	-161					
Birincil Enerji Tüketimi	5.772	6.376	7.355	7.642	8.188	8.973	10.998	11.675	13.235	13.882	15.243	16.179	17.716	20.663	25.632	34.767	42.354	40.653	33.080	47.557	45.891	48.851
Çevrim ve Enerji Sektörleri	1.207	1.201	1.204	1.468	2.034	2.476	3.404	3.854	4.808	5.968	6.052	6.743	7.016	9.228	11.907	20.038	28.253	23.869	16.287	29.623	30.152	32.531
Elektrik Santralleri	1.130	1.181	1.163	1.453	2.021	2.463	3.394	3.835	4.792	5.951	6.032	6.723	6.992	9.048	11.736	19.835	28.044	23.649	16.062	29.366	29.884	32.293
Briket Tesisleri	77	20	41	15	13	13	10	19	16	17	20	20	24	31	29	31	31	29	29	40	35	28
İç Tüketim ve Kayıp													149	142	172	178	191	196	217	233	210	
Nihai Enerji Tüketimi	4.565	5.175	6.151	6.174	6.154	6.497	7.594	7.821	8.427	7.914	9.191	9.436	10.700	11.435	13.725	14.729	14.101	16.784	16.793	17.934	15.739	16.320
Sanayi Tüketimi	2.060	2.315	2.524	2.531	2.642	2.793	3.044	3.226	3.298	3.668	3.485	3.695	3.543	3.703	5.427	5.498	4.925	6.418	7.617	8.212	8.470	8.797
Demir Çelik	13	15	6	2	2	3	2	2	1	1	1	1										
Kimya-Petrokimya																			419	425	425	35
Gübre	762	738	832	679	765	787	822	672	728	586	582	608	513	686	669	379	458	642	427	525	509	395
Çimento	258	304	423	398	439	485	535	591	653	732	772	1.268	1.421	1.603	1.808	2.040	2.200	2.300	2.250	1.980	1.502	1.502
Şeker	303	399	399	408	403	539	676	647	635	689	548	565	960	532	576	503	1.010	1.109	899	1.182	1.425	1.545
Demir Dışı Metaller																						
Gıda																				48	66	
Tekstil ve Deri																						
Kağıt ve Kağıt Ürünleri																						
Seramik																						
Cam ve Cam Ürünleri																						
Motorlu Kara Taşıtı																						
Diğer Sanayi	724	859	864	1.044	1.033	979	1.009	1.314	1.281	1.660	1.582	1.253	649	882	2.374	2.576	1.257	2.367	3.572	3.830	4.083	5.254
Ulaştırma	96	178	134	160	150	97	142	127	245	241	125	118	120	98	69	62	48	44	16	18	22	20
Konut ve Hizmetler	2.409	2.682	3.493	3.483	3.362	3.607	4.408	4.468	4.884	4.005	5.581	5.623	7.037	7.634	8.229	9.169	9.128	10.322	9.160	9.704	7.247	7.503
Tamam																						
Elektrik Üretimi (GWh)	1.442	1.527	1.489	1.742	2.355	2.686	2.982	3.626	4.362	5.371	5.049	5.244	5.528	7.790	9.413	14.318	18.665	17.026	12.141	19.953	19.561	20.563
Kurulu Güç (MW)	307	307	309	609	609	609	609	909	1.069	1.069	1.069	1.234	1.622	1.826	2.381	2.886	3.601	4.456	4.456	4.736	4.896	5.072

Çizelge 37: Türkiye linyit dengesi (Bton)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Üretim	48.388	45.685	51.533	52.758	53.888	57.387	65.204	65.019	60.854	59.572	51.660	46.168	43.709	57.708	61.484	72.121	76.171	75.577	69.698	72.550	68.125	57.525
İthalat	14		6	10		123	23	9	11	11					29							
İhracat												15										
Stok Değişimi	2.257	401	-361	-363	1.073	1.964	-723	-979	3.519	1.427	380	-101	1.114	-1.137	-1.329	196	-907	64	-459	1.383	336	-2.324
İstatistikî Hata																						
Birincil Enerji Tüketimi	50.659	46.086	51.178	52.405	54.961	59.474	64.504	64.049	64.384	61.010	52.039	46.051	44.823	56.571	60.184	72.317	75.364	75.641	69.239	73.933	68.461	55.201
Çevrim ve Enerji Sektörleri	35.547	32.125	39.884	39.985	42.608	45.852	52.283	53.944	53.314	53.556	42.703	35.712	34.015	48.562	49.979	60.709	65.820	62.969	55.503	60.323	55.930	47.206
Elektrik Santralleri	35.318	31.917	39.701	39.815	42.441	45.694	52.115	53.780	53.312	53.435	42.576	35.556	33.777	48.319	49.709	60.536	65.685	62.894	55.436	60.271	55.742	47.120
Briket Tesisleri	30	14	3	2	2	2	2	2	2	2	2	43	140	160	190	52	47					
İç Tüketim ve Kayıp	199	194	180	168	166	156	166	162		119	124	113	98	83	80	121	88	75	67	52	187	86
Nihai Enerji Tüketimi	15.112	13.961	11.294	12.420	12.353	13.622	12.221	10.105	11.070	7.454	9.337	10.339	10.808	8.009	10.205	11.608	9.444	12.672	13.736	13.610	12.531	7.995
Sanayi Tüketimi	7.382	6.870	5.024	6.013	5.990	6.885	6.494	5.198	6.144	4.871	5.754	6.208	5.409	3.202	4.896	5.006	4.553	6.142	7.753	6.634	5.894	3.746
Demir Çelik																				134	102	125
Kimya-Petrokimya	35	30	25	25	25	45	45	47	47	47	47	32	32	163	169	29	12	279	488	360	346	405
Gübre	283	135	55	124	68	57	113	50	40	27	21	19	11									
Çimento	1.108	1.075	1.396	1.549	1.503	1.363	1.206	807	1.283	1.600	1.256	1.582	1.807	1.747	1.876	1.513	2.199	1.565	1.609	3.145	2.682	2.012
Şeker	1.220	1.180	820	835	998	1.014	1.138	1.182	1.113	1.136	965	937	756	872	722	547	66	109	93	786	667	80
Demir Dışı Metaller	66	60	40	40	40	44	44	48	48	48	48	55	60	0	0	0	0	152	202	431	435	5
Gıda																				45	26	54
Tekstil ve Deri																				287	275	523
Kağıt ve Kağıt Ürünleri																				151	173	119
Seramik																				339	360	230
Cam ve Cam Ürünleri																						
Motorlu Kara Taşıtı																				20	13	4
Diğer Sanayi	4.670	4.390	2.688	3.440	3.356	4.362	3.948	3.064	3.613	2.013	3.417	3.583	2.743	421	2.129	2.917	2.277	4.037	5.227	968	792	316
Ulaştırma	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Konut ve Hizmetler	7.728	7.091	6.270	6.407	6.362	6.737	5.727	4.907	4.926	2.583	3.582	4.131	5.399	4.807	5.309	6.602	4.890	6.530	5.983	6.976	6.637	4.245
Tamam																						3
Elektrik Üretimi (GWh)	22.756	21.964	26.257	25.815	27.840	30.587	32.707	33.908	34.367	34.372	28.056	23.590	22.450	29.946	32.433	38.295	41.858	39.089	35.942	38.870	34.689	30.262
Kurulu Güç (MW)	5.451	5.661	5.861	6.048	6.048	6.048	6.214	6.352	6.509	6.511	6.503	6.439	6.451	7.131	8.211	8.211	8.205	8.110	8.140	8.140	8.193	8.358

Çizelge 38: Türkiye linyit dengesi (Btep)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Üretim	1.735	1.867	2.203	2.326	2.506	2.745	3.004	3.269	4.057	3.343	3.738	4.271	4.652	5.378	6.498	8.212	8.249	9.827	8.603	10.564	9.524	9.117
İthalat																					5	56
İhracat							15		74	39	59											
Stok Değişimi	-3	46	4	-34	-50	-53	-29	-150	-493	266	291	-89	-37	-84	-90	-276	-22	-638	-671	-358	237	1.399
İstatistikî Hata																	-48					
Birincil Enerji Tüketimi	1.732	1.913	2.207	2.293	2.456	2.692	2.960	3.119	3.491	3.570	3.970	4.181	4.616	5.294	6.408	7.933	8.879	9.189	7.932	10.207	9.765	10.572
Çevrim ve Enerji Sektörleri	362	360	361	440	610	743	682	773	963	1.195	1.212	1.351	1.406	1.864	2.291	3.514	4.648	4.153	2.896	4.835	5.056	5.692
Elektrik Santralleri	339	354	349	436	606	739	679	767	958	1.190	1.206	1.345	1.398	1.810	2.240	3.453	4.586	4.087	2.829	4.758	4.976	5.620
Briket Tesisleri	23	6	12	5	4	4	3	6	5	5	6	6	7	9	9	9	9	9	9	12	11	8
İç Tüketim ve Kayıp														45	43	52	53	57	59	65	70	63
Nihai Enerji Tüketimi	1.370	1.553	1.845	1.852	1.846	1.949	2.278	2.346	2.528	2.374	2.757	2.831	3.210	3.431	4.117	4.419	4.230	5.035	5.036	5.372	4.709	4.881
Sanayi Tüketimi	618	695	757	759	793	838	913	968	989	1.100	1.046	1.109	1.063	1.111	1.628	1.649	1.478	1.925	2.284	2.460	2.538	2.631
Demir Çelik	4	5	2	1	1	1	1	1	1													
Kimya-Petrokimya																			126	128	128	11
Gübre	229	221	250	204	230	236	247	202	218	176	175	182	154	206	201	114	137	193	128	158	153	119
Çimento	77	91	127	119	132	146	161	177	196	220	232	380	426	481	542	612	660	690	690	675	591	451
Şeker	91	120	120	122	121	162	203	194	191	207	164	170	288	160	173	151	303	333	270	355	428	456
Demir Dışı Metaller																						
Gıda																				14	20	
Tekstil ve Deri																						
Kağıt ve Kağıt Ürünleri																						
Seramik																						
Cam ve Cam Ürünleri																						
Motorlu Kara Taşıtı																						
Diğer Sanayi	217	258	259	313	310	294	303	394	384	498	475	376	195	265	712	773	377	710	1.070	1.146	1.225	1.576
Ulaştırma	29	53	40	48	45	29	43	38	74	72	38	35	36	29	21	19	14	13	5	5	7	6
Konut ve Hizmetler	723	805	1.048	1.045	1.009	1.082	1.322	1.340	1.465	1.202	1.674	1.687	2.111	2.290	2.469	2.751	2.738	3.097	2.747	2.906	2.164	2.243
Tamam																						
Elektrik Üretimi (GWh)	1.442	1.527	1.489	1.742	2.355	2.686	2.982	3.626	4.362	5.371	5.049	5.244	5.528	7.790	9.413	14.318	18.665	17.026	12.141	19.953	19.561	20.563
Kurulu Güç (MW)	307	307	309	609	609	609	609	909	1.069	1.069	1.069	1.234	1.622	1.826	2.381	2.886	3.601	4.456	4.456	4.736	4.896	5.072

Çizelge 38: Türkiye linyit dengesi (Btep)

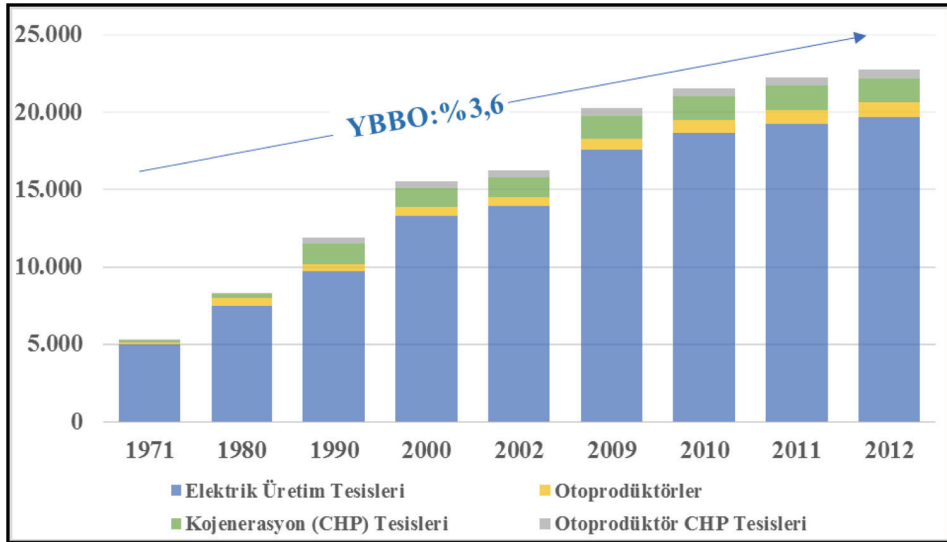
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Üretim	10.299	9.790	10.471	10.735	10.899	11.759	12.792	12.242	11.418	11.124	10.311	9.501	9.141	9.648	11.545	13.372	15.205	15.632	15.505	16.138	15.355	13.973
İthalat	4	0	2	3		37	7	3	3	3					9							
İhracat												5										
Stok Değişimi	440	128	-142	-133	289	521	-168	69	1.097	302	124	-25	308	-322	-366	72	-202	40	-119	282	78	-791
İstatistikî Hata																						
Birincil Enerji Tüketimi	10.743	9.918	10.331	10.605	11.187	12.317	12.631	12.314	12.519	11.429	10.435	9.471	9.450	9.326	11.188	13.444	15.003	15.672	15.385	16.420	15.433	13.182
Çevrim ve Enerji Sektörleri	6.225	5.747	6.952	6.892	7.491	8.243	8.977	9.285	9.203	9.196	7.646	6.370	6.208	6.924	8.157	9.820	10.865	10.355	9.306	10.781	10.066	9.213
Elektrik Santralleri	6.157	5.685	6.897	6.841	7.441	8.196	8.927	9.235	9.203	9.160	7.608	6.323	6.136	6.851	8.076	9.771	10.822	10.336	9.288	10.765	10.023	9.188
Briket Tesisleri	9	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42	48	57	24	21					
İç Tüketim ve Kayıp	60	58	54	50	50	47	50	49		36	37	34	29	25	24	25	23	19	18	15	43	25
Nihai Enerji Tüketimi	4.518	4.171	3.379	3.713	3.696	4.074	3.654	3.029	3.315	2.233	2.789	3.101	3.242	2.402	3.030	3.624	4.138	5.317	6.079	5.640	5.367	3.969
Sanayi Tüketimi	2.215	2.044	1.504	1.804	1.793	2.065	1.940	1.558	1.838	1.458	1.723	1.862	1.623	961	1.469	1.742	1.922	2.506	3.233	3.044	2.327	1.644
Demir Çelik																		58	31	28		
Kimya-Petrokimya	11	9	8	8	8	14	14	14	14	14	14	10	10	49	51	11	5	84	151	96	88	186
Gübre	85	41	17	37	20	17	34	15	12	8	6	6	3									
Çimento	332	323	419	465	451	409	362	242	385	480	377	475	542	524	563	574	1.105	674	778	1.623	1.371	878
Şeker	366	354	246	251	295	304	341	355	334	338	287	281	227	261	217	195	24	40	20	291	222	36
Demir Dışı Metaller	20	18	12	12	12	13	13	14	14	14	14	17	18	0	0	0	0	19	44	131	55	2
Gıda																				26	11	22
Tekstil ve Deri																				93	90	246
Kağıt ve Kağıt Ürünleri																				67	74	57
Seramik																				115	144	106
Cam ve Cam Ürünleri																				0	0	0
Motorlu Kara Taşıtı	1.401	1.300	803	1.032	1.007	1.308	1.177	918	1.079	604	1.025	1.075	823	126	639	962	787	1.688	2.182	561	238	110
Diğer Sanayi																				10	6	2
Ulaştırma																						
Konut ve Hizmetler	2.302	2.127	1.875	1.910	1.903	2.008	1.714	1.471	1.477	774	1.067	1.239	1.619	1.441	1.561	1.883	2.216	2.811	2.846	2.596	3.040	2.323
Tamam																						1
Elektrik Üretimi (GWh)	22.756	21.964	26.257	25.815	27.840	30.587	32.707	33.908	34.367	34.372	28.056	23.590	22.450	29.946	32.433	38.295	41.858	39.089	35.942	38.870	34.689	30.262
Kurulu Güç (MW)	5.451	5.661	5.861	6.048	6.048	6.048	6.214	6.352	6.509	6.511	6.503	6.439	6.451	7.131	8.211	8.211	8.205	8.110	8.140	8.140	8.193	8.358

7 DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ

7.1 Elektrik Enerjisine Küresel Bakış

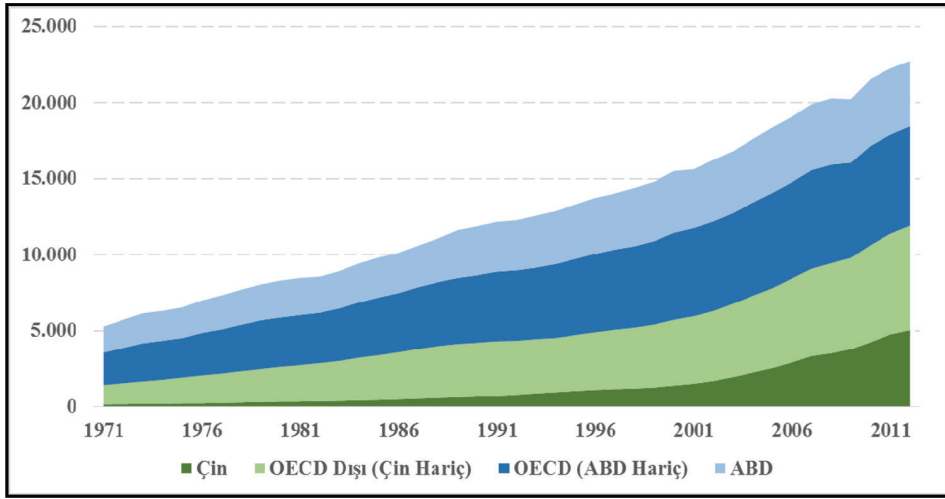
1971 yılında 5.267 TWh olan dünya elektrik enerjisi üretimi, yıllık ortalama %3,6 artışla 2012 yılında 22.752 TWh'e ulaşmıştır. Üretim onar yıllık periyotlar halinde incelenirse; 1971-1980 arasında %5,2 olan ortalama büyüme hızı, bir sonraki on yılda önce %3,6'ya, daha sonraki on yılda da %2,7'ye düşmüş, 2000 sonrasında tekrar hızlanarak son on yılı (2002-2012) ortalama %3,4 büyüme hızıyla tamamlamıştır.

1971 yılında üretimin %95'i ana faaliyeti elektrik enerjisi üretimi olan tesisler tarafından üretilirken, otoprodüktör statüsünde olanlar ile kojenerasyon tesislerinin üretimdeki toplam payları yalnızca %5'ti. Ancak gerek özellikle sanayinin farklı kollarında üretim yapan tesislerin elektrik enerjisi arz güvenliği endişeleri, gerekse ihtiyaçlarını karşılarken diğer taraftan elektrik enerjisi ihtiyaçlarının da karşılanması dolayısı ile dünyada kojenerasyon tesislerinin ve otoprodüktör statüde elektrik enerjisi üreten tesislerin sayısı hızla çoğalmıştır. 2013 yılına gelindiğinde ana faaliyeti elektrik enerjisi üretmek olan tesislerin toplam üretimdeki katkısı %86'ya düşerken, diğerlerinin payı da %14'e çıkmıştır. (Şekil 24)



Şekil 24: Tesis tipine ve statüsüne göre dünya elektrik enerjisi üretimi (GWh)

1971 yılında küresel elektrik enerjisi üretiminin %73'ü OECD üyesi ülkeler tarafından karşılanırken, bu oran önce 2000 yılında %63'e ve 2011 sonrasında %50'nin altına düşmüştür. OECD'nin 1971-2012 arasındaki dönemde yıllık bileşik büyüme oranı %2.56 olup, son on yılda (2002-2012) bu oran %1'in altında seyretmiştir. 2009 yılındaki sert düşüş ve 2010'daki toparlanma sayılmazsa, üretim 2007 yılından beri hemen hemen aynı kalmıştır. (Şekil 25)

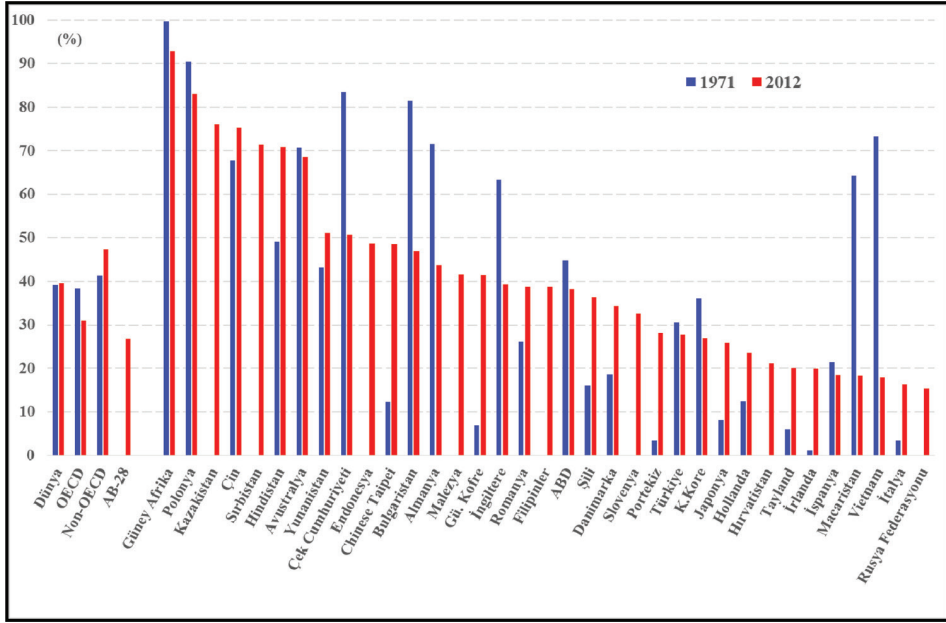


Şekil 25: Bölgelere göre dünya elektrik enerjisi üretimi (GWh)

OECD ülkelerinde Avrupa ve Amerika'nın payı zaman içinde toplam 5 puan civarında düşerken, bu düşüş Asya-Okyanusya ülkelerinin artışı ile dengelenmiştir. 2012 yılında küresel elektrik enerjisi üretiminin %19'unu gerçekleştiren ABD, OECD üretiminin de %40'ından sorumludur. Aynı yıl dünya üretiminin onda birini gerçekleştiren Japonya, Kanada ve Almanya ise OECD üretiminin de beşte birine sahip konumdadır.

OECD dışı ülkelerin 1971-2012 arası yıllık ortalama büyüme hızı %5,32 olmuştur. Büyüme oranı onar yıllık periyotlar halinde incelenirse; 1971-1980 arası %7, 1980-1990 arası %4,9, 1990-2000 arası %3,1 ve 2002-2012 arasında %6,1 olduğu görülür. OECD dışı ülkelerin üretimi son iki yılda OECD üretiminin üzerinde gerçekleşmiştir. OECD'ye göre son derece yüksek olan büyümenin lokomotif ülkesi Çin olmuştur. 1971 yılında OECD dışı ülkelerin ürettiği elektrik enerjisinin ancak %10'undan, dünyanın ürettiği elektrik enerjisinin ise %2,7'sinden sorumlu olan Çin, 2012 yılına geldiğinde bu oranları sırasıyla %42 ve %22'ye çıkarmıştır. Son 41 yıllık ortalama büyüme hızı %9,1, son on (2002-2012) yıllık büyüme hızı ise ortalama %11,5 olarak gerçekleşen Çin, 2012 yılında tek başına OECD üretiminin yarısına yakın bir üretim gerçekleştirme başarısı göstermiştir.

Kömürün elektrik enerjisi üretimindeki yerine bakıldığında; genelde kömür rezervleri açısından zengin olan ülkelerin elektrik üretiminde kaynak önceliğini kömüre verdikleri görülmektedir. (Şekil 26) Ancak bazı istisnai durumlar da olabilmektedir. Bu ülkelerden birisi dünyanın en büyük görünür linyit rezervlerine ve dördüncü büyük görünür taşkömürü rezervlerine sahip olan Rusya Federasyonu'dur. Aynı zamanda dünyanın en zengin doğal gaz kaynaklarına sahip ülkelerden biri olması nedeniyle Rusya elektrik enerjisi üretiminin yarıya yakını bu kaynaktan elde etmektedir. Yine yaklaşık 1,5 milyar ton görünür taşkömürü rezervlerine sahip olan Brezilya, zengin hidrolik kaynakları sayesinde elektrik enerjisi üretiminin büyük bir kısmını hidrolik kaynaklardan karşılamaktadır. Bölgesel bazda bakıldığında, 1971-2012 arasında, OECD ülkelerinde kömüre olan bağımlılık %39'dan %40'a düşerken, OECD dışı ülkelerde %41'den %46'ya çıkmıştır.



Şekil 26: Elektrik enerjisi üretiminde kömürün payı (Kaynak: UEA)

Her ne kadar aşağıdaki şekilde yer almasa da, 2012 yılı sonu itibariyle, Botsvana (%100), Kosova (%98) ve Moğolistan (%95) ürettikleri elektrik enerjisinin hemen hemen tamamını kömürden elde etmektedir. Bu iki ülkeyi Güney Afrika (%93) ve Polonya (%83) izlemektedir. Çin ise özellikle son on yılda yaptığı yatırımlarla ürettiği elektrik enerjisinin dörtte üçünü kömürden elde eder hale gelmiştir. Zengin kömür yataklarına sahip ABD’de bu oran %38’de kalmaktadır. UEA’nın bu verilerine göre, 2012 yılında dünyanın beşinci büyük linyit üreticisi (yedinci büyük kahverengi kömür üreticisi) olan Türkiye ise elektrik enerjisi üretiminin ancak %28’ini kömürden karşılamıştır.

Küresel elektrik enerjisi tüketimi 1971’den beri ilk defa 2009 yılında bir önceki yıla göre gerileme göstermiştir. Daha önce 1982, 1992 ve 2001 yıllarında on yılda bir büyümede önemli ölçüde daralma görülsede bu kez kriz hem on yıldan önce gelmiş, hem de tüketimde gerilemeye neden olmuştur. 2010 yılındaki %6,5 ile gelen muhteşem geri dönüş ise devam etmemiş ve hemen ertesinde önce %3,2 sonra da %2,2 artış sonucu, tüketim 2012 yılında 22.756 TWh olarak kaydedilmiştir.

Aslında düşüş OECD üyesi ülkelerde olmuş, OECD dışı ülkelerde ise yalnızca artış hızında bir azalma olmuştur. 1982 ve 2001 yılından sonra üçüncü daralmayı (negatif büyüme) 2009’da dört ve beşinci daralmayı ise 2011 ve 2012 yıllarında yaşayan OECD ülkeleri, 1971-2012 döneminde tüketimdeki paylarını da %73’den %48’e kadar düşürmüştür. Bu dönemde tüketimi yıllık ortalama %2,6 büyüyen OECD ülkelerinin son on yıllık bileşik büyüme oranı (2002-2012) ise %1’in altında gerçekleşmiştir. ABD tek başına OECD tüketiminin %40’ından sorumludur. ABD’yi izleyen Japonya, Almanya ve Kanada ise OECD tüketiminin beşte birine sahiptir.

Buna karşın 41 yıllık dönemde, tüketimleri yıllık ortalama %5,3 büyüyen OECD dışı ülkele-

Çizelge 39: 2012 yılı dünya elektrik enerjisi tüketimi ile GSYİH karşılaştırması

GSYİH (10 ⁹ 2005 ABD Doları)		Elektirik Tüketimi (TWh) ²⁸	
ABD	14.232	Çin (Hong Kong Dahil)	3.962
Çin (Hong Kong Dahil)	4.756	ABD	3.545
Japonya	4.694	Hindistan	3.503
Almanya	3.074	Rusya Federasyonu	997
Birleşik Krallık	2.393	Japonya	870
Fransa	2.249	Almanya	690
İtalya	1.730	Brezilya	555
Hindistan	1.389	Kanada	522
Kanada	1.293	Güney Kore	483
İspanya	1.160	Fransa	438
Brezilya	1.137	Birleşik Krallık	426
Güney Kore	1.078	İtalya	352
Meksika	1.028	Meksika	317
Rusya Federasyonu	981	İspanya	276
Avustralya	925	Suudi Arabistan	244
Hollanda	681	Güney Afrika	224
Türkiye	628	Tayvan	220
Suudi Arabistan	498	Avustralya	218
Tayvan	481	İran	199
İsviçre	440	Türkiye	165
Dünya	54.588	Dünya	22.756
Toplam OECD	39.490	Toplam OECD	10.835
Toplam OECD Dışı	15.98	Toplam OECD Dışı	11.922

rinin son on yıllık bileşik büyüme oranı (2002-2012) %6,6 olmuştur. 2009 kriz yılında OECD ülkelerinin tüketimi bir önceki yıla göre %3,6 gibi yüksek miktarda azalırken, OECD dışı ülkelerin tüketimi aynı oranda artış göstermiştir. Dünya tüketiminin %22'sinden, OECD dışı ülkeler toplamının %42'sinden sorumlu olan Çin tüketimdeki artışın lokomotifidir. Çin'i küresel tüketimdeki payını 41 yılda %1,3'den %5'e çıkaran Hindistan takip etmektedir. Rusya ve Brezilya da bu ülkeler eklenirse OECD dışı ülkelerin elektrik enerjisi tüketiminin üçte ikisine erişilmektedir.

Dünyanın en zengin, bir başka deyişle küresel gelirin %43'ünü gerçekleştiren üç ülke (ABD, Çin Halk Cumhuriyeti ve Japonya), arza sunulan elektriğin de %46'sını tüketmektedir. (Çizelge 39) Bu üç ülkeye en zengin üçüncü ve dördüncü ülkeler olan Almanya ve İngiltere eklenirse bu oranlar %50'ye çıkmaktadır. Çizelge 39'dan da anlaşılacağı üzere, dünya gelirinin beşte dördünü gerçekleştiren 20 ülke, toplam tüketilen elektrik enerjisinin de beşte dördünden sorumludurlar. Dünyanın geriye kalan ülkeleri maalesef beşte birle yetinmek zorundadırlar.

Çizelge 40 küresel elektrik enerji dengesini ve onar yıllık büyüme hızlarını vermektedir.

28 Üretim+Net İthalat-Kayıplar

Çizelge 40: Küresel elektrik enerjisi dengesi (TWh) ve büyüme hızları (%)

	1971	1980	1990	2000	2002	2009	2010	2011	2012	1970-	1980-	1990-	2000-	2002-
BRÜT ÜRETİM	5.267,109	8.299,211	11.873,184	15.505,742	16.234,300	20.240,655	21.550,212	22.252,180	22.752,217	5,18	3,65	2,71	2,71	3,43
İTHALAT	73.052	161.825	463.129	521.918	531.344	589.375	595.782	650.499	681.068	9,24	11,09	1,20	1,20	2,51
İHRACAT	-71.795	-153.939	-460.411	-511.434	-518.903	-586.290	-589.932	-646.384	-676.998	8,84	11,58	1,06	1,06	2,70
BRÜT ARZ	5.268,366	8.307,097	11.875,092	15.516,226	16.246,741	20.243,740	21.566,062	22.256,295	22.756,287	5,19	3,64	2,71	2,71	3,43
İSTATİSTİKİ HATA	98	-1.594	-24.631	5.066	2.654	3.763	2.655	-4.412	-242					
DÖNÜŞTÜRME SÜREÇLERİ		852	852	6.112	5.324	3.891	4.032	3.513	4.355					
ENERJİ SANAYİSİ İÇ TÜKETİM	451.782	806.263	1.152.016	1.458.243	1.466.541	1.783.460	1.907.740	1.995.978	1.998.997	6,65	3,63	2,39	2,39	3,15
KAYIPLAR	426.933	683.286	1.003.501	1.368.274	1.453.647	1.712.530	1.754.327	1.795.445	1.840.900					
NİHAİ ELEKTRİK TÜKETİMİ	4.389.749	6.815.954	9.694.902	12.688.683	13.323.883	16.747.622	17.901.618	18.456.947	18.911.793	5,01	3,59	2,73	2,73	3,56
SANAYİ	2.376.187	3.464.243	4.431.413	5.359.114	5.361.543	6.741.724	7.410.452	7.830.429	7.996.157	4,28	2,49	1,92	1,92	4,08
Demir ve Çelik	332.718	490.201	535.526	620.836	625.335	854.974	980.725	1.062.944	1.053.636	4,40	0,89	1,49	1,49	5,36
Kimya-Petrokimya	441.023	611.850	758.131	866.152	772.871	920.378	996.392	1.037.012	1.073.262	3,70	2,17	1,34	1,34	3,34
Demir Dışı Metaller	276.928	415.998	430.495	554.859	575.584	715.514	768.289	845.786	865.913	4,63	0,34	2,57	2,57	4,17
Metal Dışı Mineraller	119.527	182.512	228.088	287.931	310.190	425.078	464.999	517.353	518.948	4,82	2,25	2,36	2,36	5,28
Ulaştırma Araçları	61.268	80.711	84.472	151.863	145.431	187.957	212.172	225.599	226.067	3,11	0,46	6,04	6,04	4,51
Makine	188.294	290.055	486.307	492.608	509.029	699.602	817.617	857.988	871.515	4,92	5,30	0,13	0,13	5,52
Madencilik ve Taşocluğu	72.092	113.646	179.445	195.124	196.442	269.024	297.158	326.559	337.206	5,19	4,67	0,84	0,84	5,55
Gıda ve Tütün	98.246	159.261	232.067	302.777	325.453	385.489	402.176	413.724	426.596	5,51	3,84	2,70	2,70	2,74
Kağıt, Pulp ve Baskı	169.944	243.658	363.961	449.119	408.636	409.053	424.841	422.456	416.529	4,08	4,09	2,12	2,12	0,19
Odon ve Odon Ürünleri	24.919	43.897	90.137	86.782	78.390	79.491	82.163	84.526	86.323	6,49	7,46	-0,38	-0,38	0,97
İnşaat	25.148	45.163	52.136	48.810	79.766	116.585	147.839	153.299	158.618	6,72	1,45	-0,66	-0,66	7,12
Tekstil ve Dericilik	86.690	115.830	169.041	186.085	191.788	231.903	257.941	267.588	284.346	3,27	3,85	0,97	0,97	4,02
Tanımlanmamış (Sanayi)	479.390	671.461	821.607	1.116.168	1.142.628	1.446.676	1.558.140	1.615.595	1.677.198	3,81	2,04	3,11	3,11	3,91
ULAŞTIRMA	112.934	161.216	245.435	218.789	230.492	259.146	275.450	293.233	298.258	4,03	4,29	-1,14	-1,14	2,61
Demiryolu	108.598	154.556	101.260	157.282	164.861	194.074	204.309	214.463	221.526	4,00	-4,14	4,50	4,50	3,00
DİĞER	1.900.628	3.190.495	5.018.054	7.110.780	7.731.848	9.746.752	10.215.716	10.333.285	10.617.378	5,92	4,63	3,55	3,55	3,22
Konut	996.580	1.718.844	2.522.608	3.578.193	3.793.071	4.709.592	4.962.292	4.984.553	5.101.200	6,24	3,91	3,56	3,56	3,01
Ticarethane ve Kamu Hizmetleri	641.248	1.207.482	2.016.338	3.011.406	3.192.877	4.026.369	4.200.215	4.224.435	4.313.355	7,29	5,26	4,09	4,09	3,05
Tarım/Ormanlık	112.525	177.471	341.935	326.510	372.194	468.018	478.591	505.427	522.726	5,19	6,78	-0,46	-0,46	3,45
Balıkçılık			1.559	1.290	1.358	4.258	4.536	4.818	5.194			-1,88	-1,88	14,36
Tanımlanmamış Diğer	150.275	86.698	135.614	193.381	372.348	538.515	570.082	614.052	674.903	-5,93	4,58	3,61	3,61	6,13

7.2 Türkiye’de Elektrik Enerjisinin Gelişimi

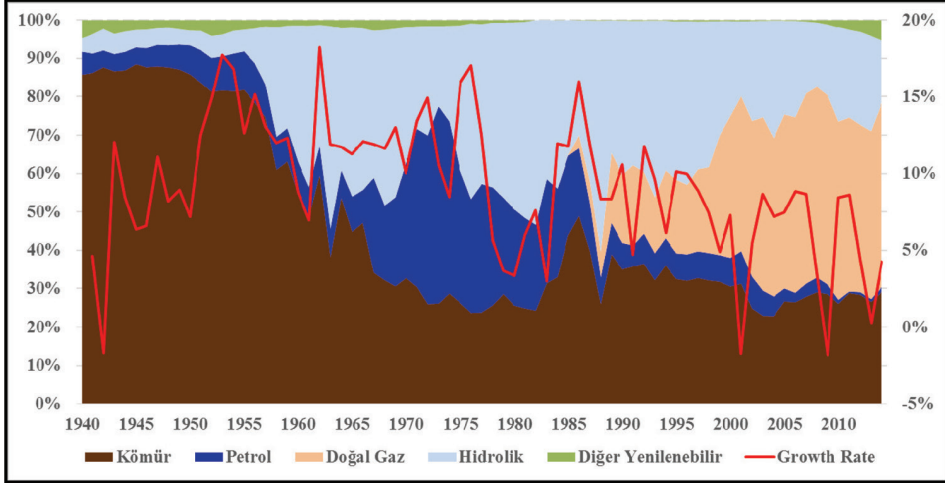
Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) tarafından yayınlanan verilere göre, 1940 yılında 397 kWh olan elektrik enerjisi üretimi 1942 yılı hariç, 2000 yılına kadar sürekli artış göstererek 2000 yılında 125 TWh’e ulaşmıştır. 2001 yılında yaşanan ekonomik kriz neticesinde üretimde ilk defa bir gerileme, bir başka deyişle eksi büyüme yaşanmıştır. 2008 yılı sonunda başlayan ve tüm dünyayı saran ekonomik krizin de etkileriyle birlikte büyüme hızı 2008 yılında yarıdan fazla gerilemiş ve 2009 yılında -%1,82 ile ikinci kez bir daralma yaşanmıştır. Sonraki iki yıllık toparlanma döneminden sonra 2013 yılında üretim bir önceki yıla göre hemen hemen aynı kalmış, 2014 yılı geçici rakamlarına göre ise yeniden %4,3’lük bir artış yaşanmıştır. Üretimdeki artış hızı onar yıllık periyotlar halinde incelendiğinde; 1940-2010 arası onar yıllık ortalama artış hızları sırasıyla %7,1, %13,6, %11,8, %10,4, %9,5, %8,1 ve %5,4 olarak gerçekleştiği görülmektedir. Son on yıllık (2003-2013) bileşik büyüme oranı ise %5,5 olarak kaydedilmiştir. Üç ayrı askeri darbe, ambargolar, sayısız kriz ve iç karışıklıklarla dolu olan ülke yakın tarihi göz önüne alındığında; geçmiş yıllarda görülen yüksek artış hızları hem şaşırtıcı hem de önemli bir başarı olarak görülebilir. (Çizelge 41)

Çizelge 41: Türkiye elektrik enerjisi üretimi (GWh)

	1970	1980	1990	2000	2003	2009	2010	2011	2012	2013
Toplam Kömür	2.825	5.960	20.181	28.047	38.186	32.253	55.685	55.046	66.218	68.013
Taşkömürü	1.382	912	621	2.232	3.819	8.663	16.148	18.120	26.531	32.475
Linyit	1.442	5.049	19.561	25.815	34.367	23.590	39.089	35.942	38.870	34.689
Asfaltit	-	-	-	-	-	-	448	984	817	849
Toplam Petrol	2.600	5.831	3.942	9.311	9.196	4.803	2.180	904	1.639	1.739
Fuel Oil	2.337	5.223	3.921	7.459	8.153	4.440	2.144	901	981	1.192
Motorin	264	608	21	981	4	346	4	3	657	546
LPG	-	-	-	324	3	-	-	-	-	-
Nafta	-	-	-	547	1.036	18	32	-	-	-
Doğal Gaz	-	-	10.192	46.217	63.536	96.095	98.144	104.048	104.499	105.116
Yenilenebilir ve Atık	166	136	0	220	116	340	458	469	721	1.171
Toplam Termal	5.590	11.927	34.315	93.934	105.101	156.923	155.828	171.638	174.872	171.812
Hidrolik	3.033	11.348	23.148	30.879	35.330	35.959	51.795	52.339	57.865	59.420
Jeotermal	-	-	80	76	89	436	668	694	899	1.364
Rüzgar	-	-	0	33	61	1.495	2.916	4.724	5.861	7.558
Toplam	8.623	23.275	57.543	124.922	140.581	194.813	211.207	229.395	239.497	240.154
Büyüme Hızı (%)	10,0	3,3	10,6	7,3	8,6	-1,8	8,4	8,6	4,4	0,3

Üretim kaynak bazında irdelendiğinde; 1940’lı yıllarda %86 olan kömürün payını 1950’li yılların sonuna kadar koruduğu, bu yılların sonuna doğru özellikle 1957 sonrası devreye giren hidrolik santrallerden dolayı %60’lara kadar gerilediği, 1960’lı yılların sonuna doğru hidrolik santrallerinin yanı sıra devreye giren petrol santrallerinin de etkisiyle %30’lara düştüğü, 1980’li yıllara gelindiğinde ise %25’e kadar gerilediği görülmektedir. 1980’li yıllarda zaman zaman düşse de kömürün payının artış gösterdiği, hatta yağış rejimine de paralel olarak %50’lere kadar yaklaştığı gözlemlenmiştir. 1990’lı yılların ilk yarısında %35 olan kömürün

payı, ikinci yarıda %30'a kadar gerilemiştir. 2000'li yılların ilk çeyreğinde kömürün üretimde dörtte bire kadar düşen payı ikinci yarıda özellikle ithal taşkömürüne dayalı santrallerin devreye girmesiyle %29'lara kadar ulaşabilmiştir. (Şekil 27)



Şekil 27: Kaynak bazında elektrik üretiminin payı ve büyüme hızı

40'lı yıllarda kömürden elde edilen elektrik enerjisi üretiminin %90'ı taşkömüründen kaynaklanmaktaydı. Bu pay sonraki onar yılın sonunda önce %80'e, sonra %65'e düşmüş, ülkenin var olan linyit rezervlerinin elektrik üretimi amacıyla değerlendirilmesi politikası, üçüncü on yılın sonunda %49'a kadar düşmüştür. 1970 yılı başında %51 olan linyitin payı on yıl içinde %85'e, sonraki on yılda da %98'e kadar çıkmışsa da bu oran 2000'li yılların başında %90'a, 2010'da %65'e düşmüştür. Son yıllarda ard arda devreye giren ithal kömüre dayalı santrallerin de etkisiyle, 2013 yılında, 1696 yılından beri ilk defa taşkömürüne dayalı elektrik enerjisi üretimi linyite dayalı üretimin önüne geçmiştir.

1990'lı yıllarda elektrik enerjisi üretiminde kömürün payı gerilerken yerini hızla doğal gaz almıştır. Yüksek verimi, arz esnekliği, düşük yatırım maliyeti gibi faktörler, özellikle kombine çevrim santrallerinde, doğal gaz kullanımını ön plana çıkarmaktadır. Türkiye'de ana hat güzergahı dışında Karadeniz, Ege ve Güney bölgelerine ulaştırılması planlanan iletim hatlarının gerçekleştirilmesi ve diğer taraftan elektrik üretim kapasitelerinin artırılması projeleri gibi son gelişmeler, doğal gaza olan talebin giderek artacağını ortaya koymaktadır.

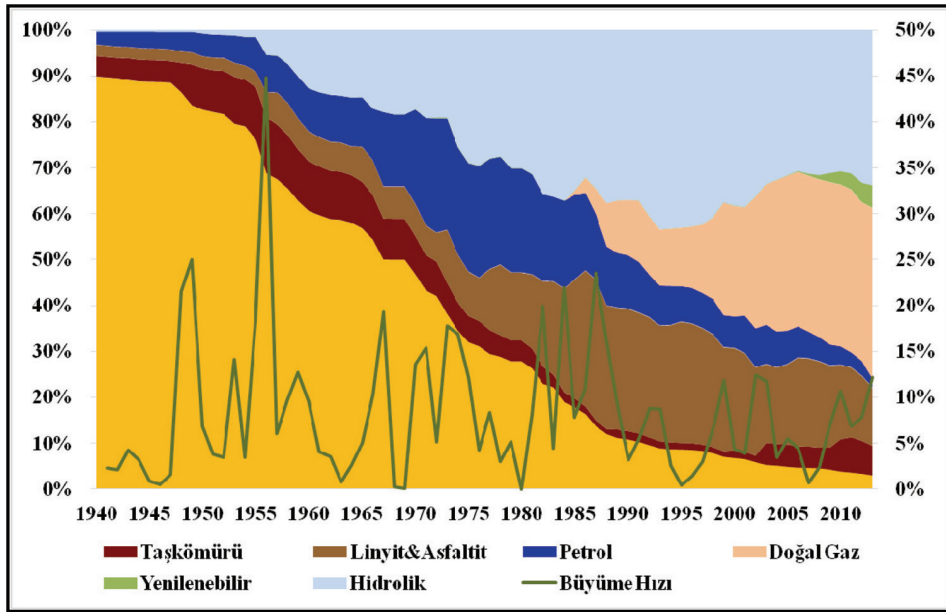
1990 yılında toplam üretimde %17 olan doğal gazın payı 1998 yılında %22'ye, 1999 yılında %31'e, 2000 yılının başında %37'ye, son çeyreğinde ise %49'a kadar çıkmıştır. 2010 başlarında doğal gazın üretimdeki payı tekrar gerileş de 2013 yılında %48 olarak gerçekleşmiştir.

Son beş yılda jeotermalde ve özellikle rüzgarda gerçekleşen üretim artışları ise son yıllarda yenilenebilir enerji sektörüne verilen teşviklerin olumlu bir yansımasıdır.

1940 yılında 217 MW olan kurulu güç, 1950 yılında iki kat civarında artarak 408 MW olmuş, 1960 yılına gelindiğinde ise 1940 yılına göre altı kat artarak 1.272 MW'a ulaşmış, 1980 yılın-

da 5.119 MW, 1990 yılında 16.318 MW ve 2000 yılında, 27.264 MW olarak gerçekleşmiştir. Türkiye son on yılda yaptığı yatırımlarla 2000 yılına kadar devreye giren toplam kurulu gücünün üzerinde bir kapasiteyi devreye sokma başarısı göstererek toplam kurulu gücünü 64 bin MW'a çıkarmayı başarmıştır.

Kurulu güçte taşkömürünün payı başlangıçta (1940) %48 iken, uzun yıllar boyunca yatırım yapılmamasından dolayı bu oran 90'lı yıllarda %2'nin altına düşmüştür. Son yıllarda devreye giren ithal kömür santralleri ile bu oran tekrar %7'nin üstüne çıkmıştır. Yine söz konusu dönem başında kurulu gücün çeyreğini oluşturan linyit, bu oranını zaman içinde %15'in altına düşürse de zaman içinde özellikle 80'li yılların ikinci yarısında peş peşe devreye giren tesislerle birlikte %30'lara kadar çıkarabilmiştir. Ancak 2000'li yılların ikinci yarısından sonra hızla devreye giren doğal gaz ve ithal kömür santralleriyle pay tekrar %15'ler civarına düşmüş, buna karşın doğal gazın payı %50'ye yaklaşmıştır. Son beş yılda devreye giren rüzgar ve jeotermal santrallerinden dolayı yenilenebilirin payı beş kat artmıştır. Son on yılda toplam kurulu gücün yıllık bileşik büyüme oranı %6 olarak gerçekleşmişken, bu oran taşkömürü için %9, doğal gaz içinse %8 civarında kaydedilmiştir. Linyitteki artış daha çok sanayi tesislerinin ısı ve elektrik enerjisi ihtiyaçlarını karşılamak üzere kurdukları tesislerden kaynaklanmaktadır. (Şekil 28)



Şekil 28: Kurulu gücün kaynak bazında ve yıllar itibariyle dağılımı

Türkiye ilk kez 1996 yılında 96 GWh elektrik enerjisi ithal etmiştir. Bu yıldan sonra da ithalat kesintisiz artarak devam eden ithalatımız 1985 sonrasında düşüşe geçmiş, 1997 sonrasında tekrar başlayarak 2001 yılında 4.579 GWh olarak gerçekleştikten sonra tekrar düşüşe geçmiş, ancak 2010 yılından sonra çok hızla artarak 2013 yılında 7.429 GWh'e ulaşmıştır.

Çizelge 42: Türkiye elektrik enerjisi dengesi (GWh)

	1970	1980	1990	2000	2003	2009	2010	2011	2012	2013	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2003-2013
BRÜT ÜRETİM	8.623	23.275	57.543	124.922	140.581	194.813	211.208	229.395	239.497	240.154	10,44	9,47	8,06	5,50
İç Tüketim ve Kayıplar	1.315	4.218	9.992	29.980	29.385	37.185	37.370	44.207	47.447	48.315	12,36	9,01	11,61	5,10
Net Üretim	7.308	19.057	47.551	94.942	111.196	157.628	173.838	185.188	192.050	191.839	10,06	9,57	7,16	5,61
İthalat		1.341	176	3.791	1.158	812	1.144	4.556	5.827	7.429	-	-18,38	35,93	20,43
İhracat		907	588	437	588	1.546	1.918	3.645	2.954	1.227	-	-	-7,04	7,64
TOPLAM TÜKETİM	7.308	20.398	46.820	98.296	111.766	156.894	173.064	186.099	194.923	198.041	10,81	8,66	7,70	5,89
Rafineriler	75	321	1.150	2.156	1.018	1.143	1.072	0	1.148	1.164	15,65	13,61	6,49	1,35
NIHAİ TÜKETİM	7.233	20.077	45.670	96.140	110.748	155.751	171.992	186.099	193.775	196.877	10,75	8,57	7,73	5,92
Sanayi Tüketimi	4.615	12.687	28.062	46.686	54.081	69.327	79.338	93.152	93.175	95.255	10,64	8,26	5,22	5,82
Demir-Çelik	807	1.824	4.839	8.395	9.582	16.000	16.575	20.166	20.481	20.837	8,50	10,25	5,66	8,08
Kimya-Petrokimya	465	1.439	4.042	6.381	5.737	4.480	5.622	6.081	5.130	10.586	11,96	10,88	4,67	6,32
Gübre	369	420	1.153	500	498	228	145	310	315	245	1,30	10,63	-8,01	-8,86
Çimento	647	2.002	3.992	3.998	3.439	5.564	5.326	7.257	6.982	7.012	11,96	7,15	0,01	7,38
Şeker	138	283	380	0	0	488	327	544	483	636	7,45	2,99	-	-
Demir Dışı Metaller	350	1.519	2.553	2.514	3.081	1.924	2.307	2.495	2.406	2.369	15,81	5,33	-0,15	-2,60
Gıda								5.100	5.854	5.721	-	-	-	-
Tekstil ve Deri								15.025	14.514	14.917	-	-	-	-
Kağıt ve Kağıt Ürünleri								1.960	1.751	4.546	-	-	-	-
Seramik								999	1.094	830	-	-	-	-
Cam ve Cam Ürünleri								965	968	681	-	-	-	-
Motorlu Kara Taşıt								1.279	815	5.770	-	-	-	-
Diğer Sanayi	1.839	5.200	11.103	24.898	31.744	40.642	49.037	30.970	32.380	21.106	10,95	7,88	8,41	-4,00
Ulaştırma	80	149	345	720	890	659	543	531	847	772	6,42	8,76	7,63	-1,41
Konut ve Hizmetler	2.502	7.081	16.688	45.664	52.120	80.886	86.524	88.056	93.904	95.708	10,96	8,95	10,59	6,27
Tarım	36	160	575	3.070	3.657	4.879	5.586	4.360	5.850	5.142	16,09	13,65	18,24	3,47
KURULU GÜÇ (MW)	2.235	5.119	16.318	27.264	35.587	44.761	49.524	52.911	57.059	64.008	8,64	12,29	5,27	6,05

Elektrik ihracatı ise ilk kez 1990 yılında 907 GWh olarak başlamış, 2000 yılına kadar azalarak devam etmiş, bu yıldan sonra tekrar artmaya başlamış ve 2011 yılında 3.645 MW ile pik yaptıktan sonra azalarak devam etmiştir.

Brüt üretime paralel olarak gerçekleşen toplam tüketim²⁹ de son on yılda (2003-2013) ortalama %5,9 artışla 11 TWh'den 197 TWh'e ulaşmıştır.

70'li yıllarda nihai tüketimin (rafinerilerin ihtiyacı hariç) tüketimin %64'ünü sanayi sektörü, %35'ini ise konut ve hizmetler sektörü oluştururken, ülkenin ekonomik gelişmesine paralel olarak yaşam standartları da artmış ve sanayinin tüketimdeki payı %48'lere gerilerken konut ve hizmetlerin payı %50'lere ulaşmıştır.

Çizelge 42 onar yıllık dönemler halinde Türkiye elektrik enerjisinin üretimden nihai tüketime kadar dengesini ve büyüme hızlarını vermektedir.

8 TEMİZ KÖMÜR TEKNOLOJİLERİ

Kömür madenlerdeki işletimi aşamasından, yanması sonucu atmosfere salınan toz ve gazlara kadar son derece kirlletici bir enerji kaynağıdır. Üretimden tüketimin son aşamasına kadar her aşamada kirlidir. Madencilik faaliyetleri sonucu oluşan asitik çözeltilerin kontrolsüz bir biçimde nehir ve ırmaklara drenajından, yandığında kansere yol açan dioksin ve diğer toksinlerin açığa çıkmasına ve insan sağlığını tehdit eden kirlletici gazlarla toz parçacıklarına kadar kirlilik yaratan bir süreçtir. Karşı karşıya kaldığımız en büyük çevresel korku olan iklim değişikliğine en büyük katkıyı yapan enerji kaynağıdır. Karbon yoğunluğu en fazla olan fosil yakıttır.

“Temiz kömür” kömürün bu kirli imajını gidermeye yönelik bir çabadır. “Temiz kömür teknolojisi” kirlletmeyi önlemeyi amaçlayan teknolojilere işaret etmektedir. Ancak, bu kömür santallerinin temiz olacağı anlamına gelmez. “Temiz kömür” yöntemleri kirlleticileri yalnızca bir kanaldan başka kanala yönlendirmektedir, nihayetinde bu kirlleticiler atmosfere salınmaktadır. Kömür her yakıldığında kirlleticiler açığa çıkar ve öyle ya da böyle bir yere gider. Bu kirlleticiler, külün içinde, sera gazları ile, deşarj edilen suda veya cüruf içinde açığa çıkabilir. Ama sonuçta, hala çevreyi kirlletmeye devam edecektir.³⁰

“Temiz kömür” kavramı, iklim ve çevre üzerindeki kömürün kullanımından kaynaklanan her türlü olumsuz etkinin en aza indirilmesi için tasarlanmış varolan tüm teknoloji ve stratejileri içermekte olup sürekli olarak yeni teknolojiler geliştiren ve bu teknolojileri özümseyen dinamik bir süreçtir. Bununla birlikte, yapısal durumuna bağlı olarak, farklı hedefleri takip ederek, kömürü çevreyle uyumlu bir şekilde kullanmak isteyen kömür endüstrisine de olanak sağlamaktadır.

Temiz kömür yalnızca teknolojik gelişme ile sınırlandırılmaz. Aynı zamanda, fosil kaynaklı enerjiyi kullanırken, zorunlu olarak istenen değişik taleplere de sosyo-ekonomik bir çözüm sunmaktadır. Temiz kömür, kömürün, bir ana yakıt olarak, sürdürülebilir bir biçimde ve uzun vadeli olarak kabul edilmesine önemli bir katkı yapabilir.

Temiz kömür dünya ölçeğinde, ama yerel çevre tarafından sunulan fırsat ve ihtiyaçları da göz önüne alacak şekilde tanıtılmaktadır. Temiz kömür kavramı elastik bir yapıda olması yüzünden de, sürdürülebilir kalkınma açısından sosyal adalet katkıda bulunmaktadır. [14]

29 Brüt Üretim+Net İthalat-İç Tüketim ve Kayıplar

30 <http://www.greenpeace.org/raw/content/new-zealand/press/reports/clean-coal-technology-briefing.pdf>,

Elektrik üretiminde “Temiz Kömür Teknolojileri” kömürün yanma verimini ve santral verimini artırmak ve çevre teknolojilerini de kapsayarak olumsuz çevresel etkileri en aza ve kabul edilebilir seviyelere indirmek amacıyla geliştirilmiş/tasarlanmış teknolojiler olarak tanımlanabilir. Temiz kömür teknolojileri, konvansiyonel teknolojilere göre, üstün nitelikli teknolojiler olup, sürekli gelişim göstermektedir.

Kömürün coğrafik olarak dünyada homojen dağılımı, bol miktarda bulunması, ucuz bir enerji kaynağı olması gibi nedenlerle elektrik üretimindeki önemi günümüze kadar devam etmiş olup, gelecekte de bu önemini koruyacağı anlaşılmaktadır. Ancak, söz konusu avantajların yanı sıra, kömür yukarıda da bahsedildiği üzere, önemli çevre sorunları yaratan bir kaynaktır. [15]

Avrupa Birliği (AB) açısından bakıldığında; Temiz kömür tüm AB ülkeleri tarafından kullanılabilen ancak daha da önemlisi özel durumlara göre kullanılabilen, aşamalı ve kademeli bir kavram üzerinde durmaktadır. Bu kavram eş zamanlı olarak üç yaklaşımı takip etmektedir.

- Temiz Kömür 1: Enerji verimliliğini artırmak ve SO₂, NO_x ve toz salımlarını azaltmak amacıyla, mevcut tesislerin modernizasyonu ve yeni tesislerin en iyi teknolojiye göre inşa edilmesi.
- Temiz Kömür 2: Günümüzde %40’ların üstünde olan verimliliği %50’lerin üstüne çıkarmak hedefiyle paralel olarak, yeni santral kavramının geliştirilmesi ve demonstrasyonunun sağlanması
- Temiz Kömür 3: Elektrik enerjisi üretiminden kaynaklanan CO₂ salımlarının tutulması ve depolanması

Modernizasyon, ileri santral teknolojisi ve CO₂ tutma ve depolama, aşama aşama yönetilmesi gereken bir yoldur. Bu bir taraftaki mevcut ekonomik ve uzun vadeli ekonomik politika hedefleri ile diğer taraftaki teknik olarak gerçekleştirilebilmesi arasındaki bağlantıyı sağlar. [16]

Genel anlamda temiz kömür teknolojileri dört ana kategoride sınıflanabilir:

- Kömür hazırlama ve iyileştirme teknolojileri (Yanma öncesi)
- Emisyon kontrol teknolojileri (Yanma sonrası)
- Verimli yakma teknolojileri (Yanma esnasında) ve
- Karbon tutma ve depolama

8.1 Kömür Hazırlama ve İyileştirme Teknolojileri

Kömür hazırlama ve iyileştirme teknolojileri; kömürün kullanım amacına yönelik olarak kırma/öğütme, eleme/boyutlandırma, susuzlaştırma, yıkama işlemlerinden oluşmaktadır. Bu teknolojiler ile kısaca, kömür oluşum sürecinde ve üretim esnasında kömüre karışan inorganik maddelerin (kül yapıcı mineraller ve piritik kükürt) bir kısmını kömürden ayırarak azaltmak ve/veya nem oranını düşüren kalori değerini yükseltmek mümkün olabilmektedir.[15]

Kömür hazırlama, genel anlamda fiziksel ve kimyasal olmak üzere iki alanda odaklaşmasına rağmen, günümüzde bu iki alana biyoloji de eklenmiştir.

Fiziki temizleme ile, üretim esnasında oluşan şist, kil kum gibi istenmeyen maddeler ile istenmeyen inorganiklerin veya piritik sülfürün kömürden ayrılmasını sağlar. Bu iş genellikle sulu ortamda, kömür ve istenmeyen maddeler arasındaki yoğunluk farkı kullanılarak yapılır. Sonuçta kömür parçalara ayrıldığında ve yıkandığında, daha ağır olan ve istenmeyen parçacıklar

kömürden ayrılarak, daha temiz bir kömür elde edilir.

Kolon flotasyonu³¹, ince toz haline getirilmiş kömürün suda yüzdürülmesi ile temiz kömür elde edilen bir yöntemidir. Bir yandan kömürün kimyasal olarak yüzen hava kabarcıklarına yapışması sağlanırken, diğer yandan pritik sülfür gibi hemen hemen tüm inorganik maddelerin flotasyon kolonuna batmasını sağlanır.

Ne kömür içinde kimyasal olarak karbona bağlı olan sülfür, bir başka deyişle organik sülfür, ne de nitrojen fiziksel yöntemlerle ayrıştırılabilir. Bu nedenle, kömürdeki organik sülfürü almak için kimyasal yöntemlerden yararlanılır. Tekniklerden biri erimiş-yakıcı özütlemidir³². Bu yöntemde kömür bir kimyasal içine batırılarak sülfürün ve diğer minerallerin özütlenmesi sağlanır.

Biyolojik temizleme³³, tabiri caizse kömürün içindeki sülfürü yiyen bakterilerin kullanıldığı bir yöntemdir. Bilim insanları bakterilerin sülfürü özütleme karakteristiklerini geliştirmeye halen devam etmektedirler. Diğer bazı bilim insanları mantarları (fungi) kullanırken, bir kısmı da hala sülfürü yiyen bakterinin kimyasını ya da enzimini iki katına çıkarmanın yolunu bulmaya çalışmaktadırlar.³⁴

8.2 Emisyon Kontrol Teknolojileri

Yanma sonrası teknolojiler kömürün yanması sonucunda ortaya çıkan gazların ve diğer istenmeyen maddelerin baca öncesinde veya atmosfere karışmadan önce tutulması amacıyla uygulanan tekniklerdir. Bunlar:

- Toz tutucular
- Sülfür tutucular
- NOx Tutucular ve
- İz elementleri tutucuları

31 Flotasyon teknolojisindeki en önemli gelişme, şüphesiz ki kolon flotasyonudur. Bu kolonların verimliliği, klasik flotasyondan hücresine göre çok daha yüksektir ve bu sebeple, endüstride kullanım alanı bulmuştur. Kolonlar temel olarak iki bölümden oluşmaktadırlar. Kabarcıklar üretilip kolonun altından beslenir. Malzeme ise, genelde kolonun yüksekliğinin 2/3'ünden kolona beslenir. Malzeme ile taneciklerin karşılaştığı bölge, toplama bölgesidir. Kolonun altından gelen kabarcıklar orta bir bölgede bu taneciklerle buluşurlar. Bu noktada yüzey kimyası uygun olan tanecikler, kabarcıklarla yüzeye taşınırlar, kabarcıklara tutunamayan tanecikler, kolonun altına çöker. İkinci bölge ise; kolonun üstünde, köpüğün biriktiği köpük bölgesidir. Köpük bölgesi sürekli olarak, ters akımlı olarak yıkanır. Bu şekilde, köpüklerle beraber yükselmiş gang mineralleri yıkanarak uzaklaştırılır. <http://tr.wikipedia.org>

32 molten caustic leaching

33 Biyoliç, geleneksel özütleme yöntemlerine göre daha az yatırım maliyetine sahip olan, çevreye karşı duyarlı bir prosestir. Bugüne kadar doğada kendiliğinden gerçekleşmiş de olsa, bilimsel açıdan ilk defa 1940'larda keşfedilmiştir. Kısaca biyoliç; geleneksel özütleme yöntemleri ile çözünmeyen metal sülfürlerin, bakteriler yardımıyla çözeltiye alınma işlemidir. Bu işlemin doğada kontrolsüz şekilde oluşması, çevre açısından çok büyük risk oluşturmaya karşın, özellikle madencilik sektöründe kontrollü uygulamaları ile çok verimli ve ekonomik bir proses olabilmektedir

34 Coal and Clean Coal Technologies. <http://www.coaleducation.org/lessons/sec/Illinois/cleanil.pdf> (July 2011)

8.2.1 Toz Tutucular

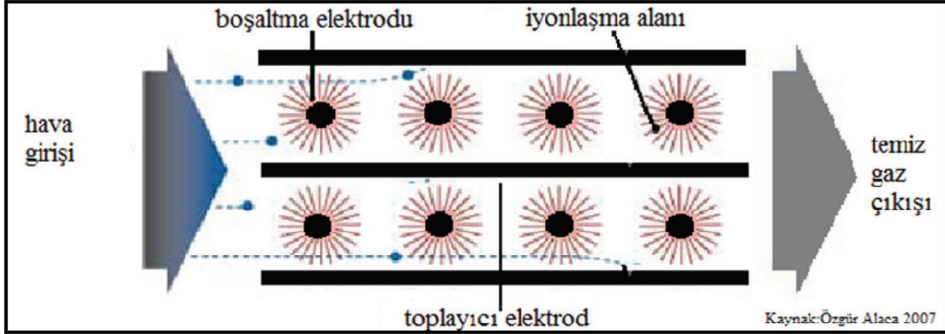
İlk önemli salımlar toz parçacıklarıdır. Kömürün yanması sonucu oluşan başlıca tozlar kül ve kurumdur. Bilimsel çalışmalar çok küçük toz parçacıklarının (<10 mikrondan) insanların akciğerlerine yerleştiğini ve bunun sonucunda ağırlaşmış astıma ve akciğerlerin fonksiyonlarının azalmasına neden olduğunu göstermektedir.

Bir termik santralin faaliyetinde açığa çıkan kirleticilerin arasında kontrolü en kolay olanı toz salımlarıdır. Kazanda kömür külünden meydana gelen toz parçacıkları uçucu kül olarak adlandırılır. Toz parçacıklarının azaltılması için kullanılan beş temel yöntem vardır. Bunlar:

- Mekanik tutucular ya da siklonlar (mechanical collectors),
- Yaş tutucular (wet collectors)
- Granül yatak filtreleri (granular bed filters)
- Elektrostatik çökticiler (electrostatic precipitators) ve
- Torba filtreler (fabric filters)

Bunlar arasında yalnızca torba filtreler ve elektrostatik çökticiler bir termik santral kazanı için uygundur. Diğerleri sanayi tipi kazanlar ve küçük tesislerin kazanlarına uyumludurlar. [17] Akışkan yataklarda kullanılan granül yatak filtreleri teknolojisi ise ileride anlatılacaktır.

Elektrostatik filtreler büyük yakma tesislerinde yaygın bir biçimde kullanılmaktadır ve geniş sıcaklık, basınç ve toz yükü aralıklarında çalıştırılmaya uygundur. Özellikle tanecik boyutuna duyarlı değildir ve tozu hem kuru, hem ıslak koşullarda toplayabilir. Elektrostatik filtre, metalden yapılmış bir dizi levhanın belli aralıkla (yaklaşık 10 cm) dikey olarak dizildiği ve levhalar arasında oluşan geçitlerden de tozlu gazın aktığı bir kutudan meydana gelir. Levhalar arasındaki geçidin ortasına yüksek voltaj taşıyan elektrotlar yerleştirilmiştir. Yüksek voltajdan (40-50 KV) dolayı elektrot etrafında ve elektrotlar boyunca bir elektrik alanı oluşur. (Şekil 29)



Şekil 29: Elektrostatik toz tutucu çalışma prensibi şeması

Partiküller gaz akımından dört basamakta ayrılırlar:

- Partiküllerin negatif elektrikle yüklenmesi,
- Elektrik yüklü partiküllerin pozitif anoda doğru hareket etmesi,
- Tozun anot (levhalar) üzerinde tutulması (toplanması),
- Tozun alt taraftaki toz haznesine dökülmesi.

Elektrostatik filtrelerin ilk yatırım maliyeti, kullanılan yakıta göre torba filtreler veya diğer

kontrol tekniklerinden daha düşük veya daha yüksek olabilir. Fakat işletim maliyetleri diğer tekniklere göre daha düşüktür ve uçucu küllerin farklı özelliklerine göre değişebilir. Bakım maliyetleri ise sıradan uçucu kül söz konusu olduğunda normaldir. Elektrostatik filtrenin toz toplama verimi çok yüksektir (%99,9'un üzeri). Ayrıca basınç kaybı oldukça düşük, yapımı da basittir. Bu yüzden termik santrallerde uçucu küllerin baca gazından temizlenmesinde çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Torba filtreler, endüstriyel tesislerden ve daha küçük yakma tesislerinden çıkan baca gazlarında bulunan partiküllerin tutulmasında dünya çapında yaygın olarak kullanılan bir teknolojidir. Ancak günümüzdeki eğilim, bu teknolojinin daha büyük çaplı tesislerde de kullanılmasına yöneliktir. Bir torba filtre ünitesi, kumaştan torba şeklinde yapılmış, alt tarafı açık, üst tarafı kapalı olan filtrelerin bir metal kabin içinde sıralanmasından meydana gelir.

Torbalar temizleneceği zaman temiz gazdan alınan bir miktar basınçlı gaz, bu kez ters yönde torbaların dışından içine doğru verilir. Torbaların içinden dökülen partiküller, ünitenin alt tarafından toplanarak alınır.

Torbaların her 2-5 yıl arasında bir sürede değiştirilme zorunluluğundan dolayı torba filtrelerin bakım maliyetleri pahalıdır. Torbaları değiştirmenin minimum bedeli, yatırım maliyetinin yaklaşık olarak %10'u kadardır. Filtrelerde toplanan tozlar, geri dönüştürülmesi kolay ve ekonomik değeri olabilecek maddelerdir. Torba filtreler % 100'e yaklaşan partikül toplama verimlerine ulaşabilirler. Yüksek küllü ya da kükürt içerikli kömürler için filtrenin ömrü, artan temizleme sıklığından ve SO₃ korozyonundan dolayı kısalmır. Ayrıca elektrostatik çöktürücü ile kıyaslandığında basınç düşmesi ve işletim maliyeti daha yüksektir. [18]

8.2.2 SO_x Kontrol Sistemleri

Kömürün içinde bulunan piritik kükürdün %90'ı yanma öncesi uygulanan fiziki temizleme yöntemleriyle alınabilmektedir. Ancak piritik sülfür kömür içinde bulunan ancak yarısını içerir. Bu yüzden kömür hazırlama esnasında uygulanan fiziki yöntemler kömür içindeki sülfürün tamamının alınması için yeterli değildir. [17]

Kömür ve petrol ürünleri yakan santrallerde kazan veya yanma odası baca gazlarından kükürt dioksiti (SO₂) ayıran teknolojilere "baca gazı kükürt arıtma tesisleri (BGD)" veya "baca gazı desülfürizasyon tesisleri" adı verilir.

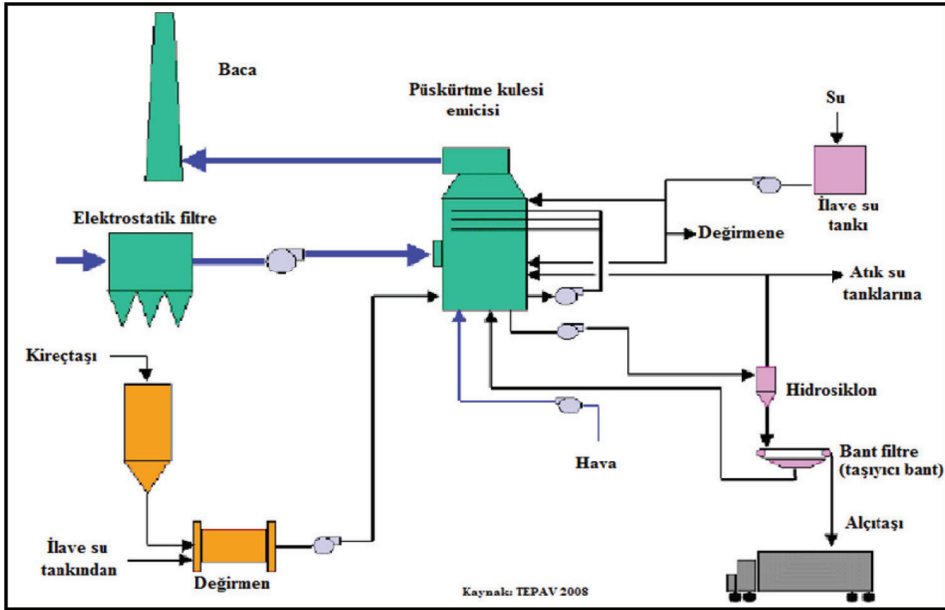
Kükürt oksitleri, fosil yakıtların yanması sonucunda yakıt içinde bulunan kükürdün oksitlenmesiyle oluşmaktadır. Baca gazından kükürt oksitlerini (başlıca SO₂ gazını) giderme yöntemleri 150 yıldır üzerinde çalışılan bir konudur. Konuyla ilgili ilk düşünceler 1850'li yıllarda İngiltere'de ortaya çıkmıştır. İlk BGD tesisi ise 1931 yılında London Power Company'e ait Battersea santralinde kurulmuş ve arkasından 1935'de Swansea ve 1938'de Fulham Santrali'nde BGD tesisi kurulmuştur. 2. Dünya Savaşı sonrasında da ABD ve Japonya'da kurulmaya başlanmıştır. [15]

Kömür ve petrolde bulunan kükürdün yaklaşık %95'i yanma sırasında, normal sıcaklıkta, baca gazında bulunan oksijenle reaksiyona girerek kükürt dioksit (SO₂) dönüşür. Baca gazında oksijenin yüksek olmasından dolayı kükürt dioksit tekrar okside olarak kükürt trioksiti (sülfat-SO₃) oluşturur. Bu gaz da ortamda bulunan su molekülleri ile birleşerek sülfirik asit'e (H₂SO₄) dönüşür.[15] Baca gazındaki kükürt arıtma sistemleri iki gruba ayrılır:

- ıslak sistemler,
- kuru ya da yarı kuru sistemler.

Islak sistemde SO_2 baca gazından sulu bir solüsyona ya da çamura ilave edilen emici bir madde (sorbent) reaksiyona girerek alınır. Kullanılan sorbent miktarı arttıkça tutulan SO_2 miktarı da artmaktadır. Günümüzde en yaygın olarak kullanılan BGD sistemleri, kireç/kireçtaşı kullanan sistemlerdir. Bu sistemler, piyasada % 80'lik bir paya sahiptir. Kireçtaşı reaktivitesinin BGD sisteminin verimliliği üzerinde de önemli bir etkisi vardır. Buna rağmen günümüzde reaktiviteleri test etmek için standart bir metod yoktur. Magnezyumla zenginleştirilmiş kireç de ayrıca sorbent olarak kullanılmaktadır. Kireç taşı kullanan yaş sistemdeki ana reaksiyonlar aşağıdaki gibidir.

Emme (absorbtion)	$SO_2 + H_2O$	H_2SO_3	$SO_3 + H_2O$	H_2SO_4
Nötralizasyon (neutralization)	$CaCO_3 + H_2SO_3$	$CaSO_3 + CO_2 + H_2O$		
	$CaCO_3 + H_2SO_4$	$CaSO_4 + CO_2 + H_2O$		
Oksidasyon ve kristalleşme	$CaCO_3 + 1/2 O_2$	$CaSO_4 + 2H_2O$	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	



Şekil 30: Kireç /kireçtaşı kullanan BGD tesisi akım şeması

Kuru ve yarı kuru sistemlerde ise ekonomizerde³⁵ ya da baca gazı kanalında³⁶ kuru bir sorbent (genelde kireçtaşı) ya da yarı kuru bir sorbent (genelde kireç) enjekte edilerek baca gazındaki SO_2 'nin doğrudan reaksiyona girmesi sağlanır. Yaş prosesler daha verimli olmasına rağmen kuru prosesler daha ekonomiktir. SO_2 tutma sistemi olan termik santrallerin yaklaşık %90'ı kireçtaşı tutma sistemini kullanır. [17]

Başlıca kuru sistemler şunlardır:

- Püskürtmeli kurutma prosesleri

³⁵ economizer

³⁶ flue gas duct

- Alkali enjeksiyon prosesleri
- Kalsiyum içeren alkali enjeksiyon prosesi
- Sodyum içeren alkali enjeksiyon prosesi
- Aktif kömür ile adsorbsiyon prosesi
- Katalitik oksidasyon prosesi

Başlıca yaş proseler ise aşağıdadır:

- Kalsiyum içeren bileşiklerin kullanıldığı prosesler
- Magnezyum içeren bileşiklerin kullanıldığı prosesler
- İkili alkali (Sodyumkarbonat-kireç, Amonyak-kireç) prosesleri
- Amonyakın kullanıldığı prosesler
- Sodyum bileşiklerinin kullanıldığı prosesler
- Organik maddelerin kullanıldığı prosesler
- Deniz suyunun kullanıldığı prosesler [23]

8.2.3 NO_x Kontrol Sistemleri

Fosil yakıtların yanması sonucu oluşan kirleticiler arasında, azot ve oksijenin farklı oranlarda birleşmesiyle oluşan gazları tanımlamak için kullanılan azot oksitler de (NO_x) bulunmaktadır. Termik santrallerde yanma sonucu oluşan azot oksitlerin büyük bir bölümünü azot monoksit (NO) oluştururken, daha düşük oranlarda azot dioksit (NO₂) ve diazot monoksit (N₂O) da bulunmaktadır. Azot oksitler ya havadaki azotun (termal NO_x) ya da yakıtın içinde bulunan azotlu bileşiklerin (yakıta bağlı NO_x) oksidasyonu sonucu oluşmaktadır. Bunların dışında atmosferik azotun çeşitli hidrokarbon radikalleri ile girdiği karmaşık reaksiyonlar sonucunda oluşan azot oksitler de vardır, ancak bunların payı çok düşüktür.

Genel olarak pulverize (toz halinde) kömür yakan sistemlerdeki toplam NO_x salımının %80'i yakıttaki azottan, %20'si de havadaki azottan kaynaklanmaktadır. NO_x kontrol yöntemleri yanmaya ilişkin önlemler ve teknikler (birincil kontrol teknolojileri) ve yanma sonrasında uygulanan teknolojiler (ikincil kontrol yöntemleri) olarak iki grupta ele alınır.

Yanmaya ilişkin alınan NO_x kontrol ve önlemleri şunlardır:

- İşletme koşullarının optimizasyonu
- Düşük NO_x Yakıcıları³⁷
- Alev Üzeri Hava³⁸
- Baca Gazı Resirkülasyonu
- Yakıt Kademeleme/Yeniden Yakma

NO_x emisyonlarının azaltılması için ilk yapılması gereken işletme koşullarının optimizasyonudur. Örneğin, sisteme alınan fazla havanın optimizasyonu ile daha fazla NO_x oluşumu engellenebilir. Diğer bir yöntem; yakıt ve havayı yanma odasına üflerken yakıt/hava oranını kontrol ederek kademeli yanmanın sağlanmasıdır. Düşük alev sıcaklığı ve alevin belli bölümlerinde oksijen konsantrasyonunun azaltılması ile NO_x oluşumu azaltılabilmektedir.

37 low NO_x burners

38 open fire air

Bu yöntemlerin kullanılmasına karşılık NO_x emisyonlarının istenen düzeye indirilememesi halinde, yanma sonrası NO_x kontrolü için de kimyasal süreçlerden yararlanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan teknolojiler aşağıda verilmektedir:

- Seçici Katalitik İndirgeme (Selective Catalytic Reduction-SCR)
- Seçici Olmayan Katalitik İndirgeme (Non-Selective Catalytic Reduction -NSCR)
- Melez Süreçler (İki teknolojinin birlikte kullanıldığı süreçler)

8.2.4 Bileşik SO_x-NO_x Kontrol Sistemleri

Konvansiyonel birleşik SO₂-NO_x süreçleri, genel olarak kireçtaşı ya da kirece dayalı baca gazı kükürt arıtma sistemleri ile SCR prosesinin bileşiminden ya da buna benzer kombinasyonlardan oluşmaktadır. Bunların yanı sıra ayrı teknolojiler yerine aynı zamanda iki veya daha fazla kirleticiyi arıtmaya yönelik olarak kullanılan arıtma teknolojileri de mevcut olup, bunların çoğu geliştirme aşamasında olan oldukça karmaşık sistemlerdir. Aşağıda bu teknolojilerden belli başlı olanları sıralanmaktadır:

- Aktif Karbon Prosesi
- Elektronla Işıma Prosesi
- DeSONO_x Prosesi

8.3 Verimli Yakma Teknolojileri

Verimli yakma teknolojileri, istenmeyen maddelerin ve gazların, kömürün yanma esnasında tutulması amacıyla geliştirilmiş süreçlerdir. En belirgin kullanılan teknolojiler süper kritik kazan teknolojisi ve akışkan yatak yakma teknolojisi.

8.3.1 Akışkan Yataklı Yakma Teknolojileri

Çeşitli uygulama şekillerine sahip akışkan yataklı yakma³⁹, SO_x ve NO_x salımlarını %90 hatta daha da fazla oranda azaltabilmektedir. Akışkan yataklı yakma sisteminde kömür, akışkan bir havanın içinde ısıtılmış ve askıda duran taneciklerden oluşan bir yatakta yakılmaktadır. Yüksek hava akımı hızlarında bu yatak bir akışkan gibi davranarak tanelerin çok hızlı bir şekilde karışmasına neden olur. Bu akışkan hareket, nispeten düşük sıcaklıklarda kömürün tamamıyla yanmasına olanak sağlar. Akışkan yataklı yakma sistemleri sahip olduğu yakıt esnekliği ile hemen hemen yanabilen her türlü malzemeyi yakıt olarak kullanabilir. Örneğin ABD’de akışkan yataklı yakma sistemlerinde, kömür atık yığınları giderek artan bir oranda kullanılmakta ve bu sayede çevre için problem oluşturabilecek bir hadise, yararlı bir enerji kaynağına dönüştürülmektedir. Akışkan yatakta yakma teknolojisinde, son 10 yılda katı pulverize kömür yerine posa (pulp) halinde kömür-su karışımlarının yakılması da benimsenmiş olup, bu sistemde çalışan pek çok santral gerçekleştirilmiştir.[19]

Homojen dağıtılmış hava ya da gaz, ince bir elek (mesh) üzerinde yığılmış kum taneciklerini andıran bir yatak bölgesinden geçtiğinde, eğer havanın hızı düşükse tanecikler üzerinde yeterli kuvvet uygulayamayacağından dolayı tanecikleri hareket ettiremez. Burada parçacıkların hareket etmediği sabit bir yatak oluşur. Havanın hızı giderek artırıldığında, bir süre sonra yerçekimi kuvveti ile havanın itme kuvveti arasında bir denge sağlanır ve parçacıkları havada asılı

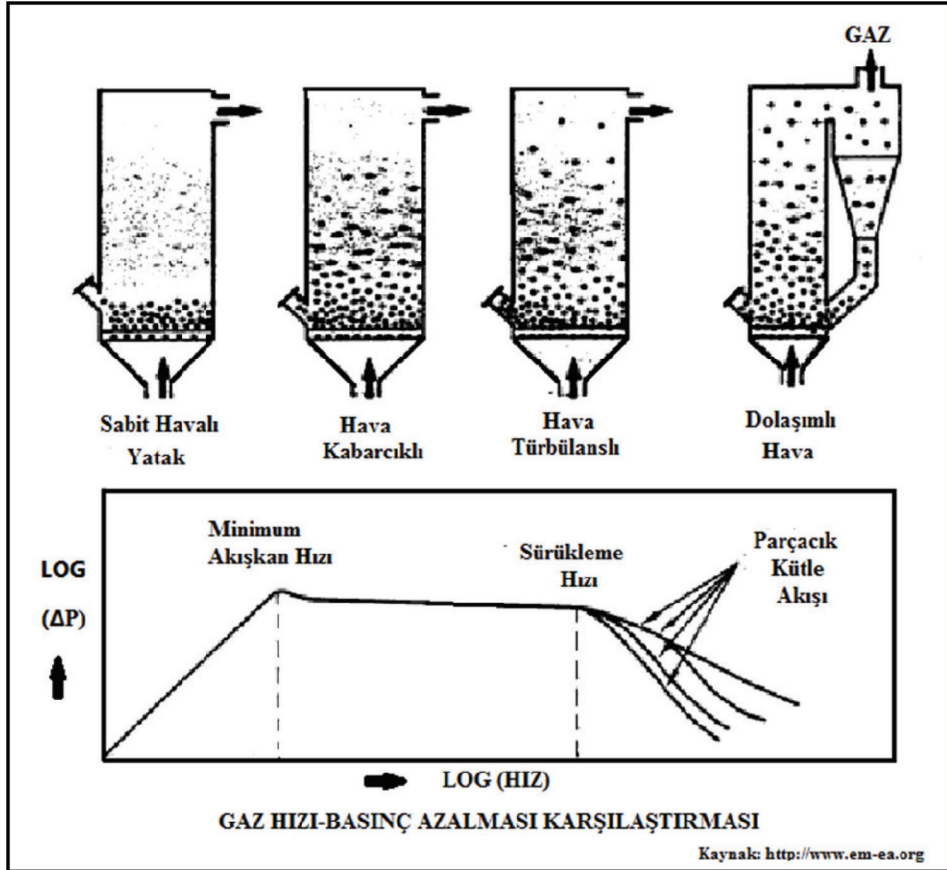
³⁹ fluidized bed combustion (FBC)

bir halde kalır. Bu durumda, parçacıkların havada asılı halde oluşturdukları yatak “akışkan” olarak adlandırılır.

Hava hızının daha da artırılması durumunda, hava kabarcıklarının, şiddetli türbülansların, gazla parçacıklar arasında hızlı karışımın ve yoğun bir yatak yüzeyinin olduğu görülür. Yatak üzerindeki katı parçacıkların kaynayan bir su gibi hareket ettiği ve “kabarcıklı akışkan yatak” olarak adlandırılan akışkan bir görünüm gözlemlenir.

Daha yüksek hızlarda kabarcıkların yok olur ve parçacıklar yatağın dışına itilir. Sistemi sabit bir konumda tutmak için bir miktar parçacığın yeniden dolaşıma dahil edilmesi gerekecektir ki, bu duruma “dolaşımli akışkan yatak” adı verilir. Bu prensip aşağıdaki Şekil 31’de verilmektedir.

Akışkanlık parçacık boyutuna ve hava hızına bağlı olarak değişir. Ortalama parçacık hızı⁴⁰ gaz hızından daha az bir oranda artar. Ortalama parçacık hızı ile ortalama gaz hızı arasındaki farka kayma hızı⁴¹ denir. İyi bir ısı transferi ve yakın temas için parçacıklar ve gaz arasındaki hızın



Şekil 31: Sabit, kabarcıklı ve akışkan yatak prensipleri

40 mean solid velocity

41 slip velocity

maksimum olması beklenir.

Eğer akışkan bir durumdaki kum tanecikleri, kömürün tutuşma sıcaklığına kadar ısıtılsa ve kömür sürekli olarak yatağa beslenirse kömür hızla yanacak ve yatak düzenli bir sıcaklık kazanacaktır. Akışkan yatakta yakma 8400C ile 9500C sıcaklık aralığında olur. Sıcaklık kül ergime sıcaklığından çok daha aşağı olduğundan, külün erimesi gibi sorunlardan da kaçınılmış olunacaktır.

Yanma süreci “zaman” “sıcaklık” ve “türbülans” faktörleri ile ilişkilidir. Akışkan yataklı yanmada türbülans akışkanlık için teşvik edilir. İyileştirilmiş bir karışım düşük sıcaklıkta eşit olarak dağıtılmış bir ısı sağlar. Kalış süresi⁴² çoğu zaman geleneksel ızgara ateşlemesinden daha büyüktür. Bu yüzden akışkan yataklı yanma düşük sıcaklıklarda daha verimli bir ısı açığa çıkarır.

Yatak parçacıkları olarak kireçtaşı kullanıldığından, yanma odasındaki sülfür dioksit ve azot oksitlerin emisyonları ilave bir kontrol mekanizmasına ihtiyaç duymadan tutulur. Bu geleneksel kazanlar üzerindeki en önemli avantajlarından biridir.⁴³

Akışkan yatak teknolojisinin avantajları aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- Yüksek yanma verimi ve yüksek ısı transfer katsayısı
- Yakıt hazırlama kolaylığı
- Yüksek emre amadelik
- Yakıt bileşiminde esneklik
- Düşük NO_x ve SO₂ emisyonları
- Kullanılabilir kül [20]

Akışkan yatakta yakma teknolojileri atmosferik (atmosfer basıncında) ve basınçlı olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılır. Bu teknolojiler akışkanlık koşullarına bağlı olarak da kabarcıklı⁴⁴ ve dolaşimli⁴⁵ olmak üzere ikiye ayrılırlar. Günümüzde ticari boyuta ulaşan ve yaygınlaşmış olan teknoloji atmosferik dolaşimli akışkan yatak yakma⁴⁶ teknolojisi olup, basınçlı kabarcıklı akışkan yatak yakma⁴⁷ ile basınçlı dolaşimli akışkan yatak yakma⁴⁸ teknolojileri henüz gelişme aşamasındadır.

Atmosferik Dolaşimli Akışkan Yatakta Kazanı teknolojisinde kömür parçacıkları kazanda yanarken gittikçe küçülürler ve kazanı terk ederler. Yanma odasından gazla taşınan uçucu kül, yanmamış kömür, kireçtaşı vb. Tanecikler siklonlarda tutulup kazana geri beslenir. Bu geri besleme kazanda kalış sürelerinin ve dolayısıyla yanma ve kükürt arıtma verimlerinin artmasına neden olur. Bu sirkülasyon katı döngüsünü oluşturur ve bu nedenle bu tip sistemlere “dolaşimli” denir.

Dolaşimli (Çevrimli) Akışkan Yataklı Kazan sisteminde baca gazı siklonları ikinci çekiş yönünden terk ederken, uçucu küller elektro-filtrelerde ayrılır. Kazanın ilk çalışmasında veya bir revizyonundan sonra yanma odası önce kum veya mevcut yatak malzemesi ile doldurulur.

Yatak malzemesi döner besleyici ve zincirli konveyör vasıtasıyla yanma odasına sevk edilir.

42 residence time

43 <http://www.em-ea.org/Guide%20Books/book-2/2.6%20FBC.pdf>

44 bubbling

45 circulating

46 Atmospheric Circulating Fluidized Bed Combustion (ACFBC)

47 Pressurized Bubbling Fluidized Bed Combustion-PBFBC

48 Pressurized Circulating Fluidized Bed Combustion-CFBC



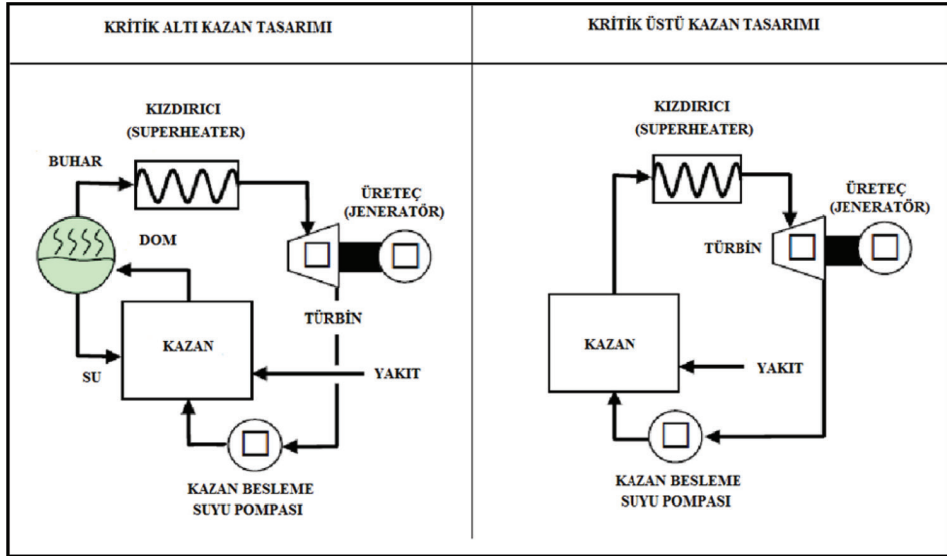
Kabarcıklı Akışkan Yatak teknolojisinde kolon içindeki taneciklerin olduğu yatak bölgesine alttan verilen havanın hızları arttıkça hava parçacıklara kuvvet uygular ve hava kabarcıkları oluşur. Bu nedenle bu teknoloji “kabarcıklı akışkan yatakta yakma” olarak adlandırılmaktadır.

Süper kritik pulverize kömür yakan bir termik santral geleneksel pulverize kömür yakma sistemine göre daha yüksek buhar sıcaklığında ve basıncında çalışmaktadır ve %45 gibi daha yüksek bir verime kadar çıkabilir. Bu yüzden de daha düşük emisyonlara sahiptir. Çok yüksek sıcaklık ve basınçta çalışan bir ultra süper kritik termik santralden, %50'lere kadar çıkabilen daha da yüksek verimler beklenmektedir. [19]

- Kritik altı (subcritical)
- Kritik üstü ya da süper kritik (supercritic)
- Ultra kritik üstü (ultrasuper critic)

Kazan tiplerinin çalışma buhar aralığı ve sıcaklıkları aşağıda verilmektedir:

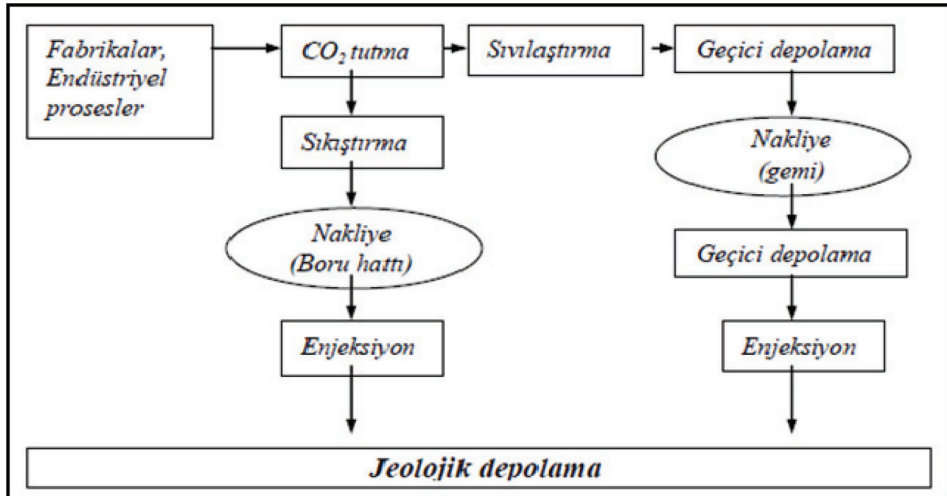
- | | |
|------------------------------|--|
| • Kritik altı kazanlar | 160-250 bar basınç ve 538°C sıcaklıkta |
| • Kritik üstü kazanlar | 250-285 bar basınç ve 610°C sıcaklıkta |
| • Ultra kritik üstü kazanlar | 300 bar basınç ve 700°C sıcaklıkta |



Şekil 33: Kritik altı ve kritik üstü kazan teknolojilerinin akım şeması

8.4 Karbon Tutma ve Depolama⁴⁹

Karbon tutma ve depolama, karbon dioksiti enerji üretimi veya diğer sanayi tesisleri baca gazından ayırma, taşıma ve uzun dönemde atmosferden izole etme işlemidir. Petrol ve doğal gaz sahaları, ekonomik olarak çıkarılamayan yeraltı kömür yatakları ve yeraltı tuz sahaları gibi jeolojik depolama alanları ile okyanus dipleri potansiyel teknik depolama tesisleri olarak gösterilebilir. [21]



Şekil 34: Karbondioksit tutma ve depolama aşamaları

49 carbon capture and storage

8.4.1 Karbon Tutma

Karbon dioksit tutmanın amacı bir depolama sahasına nakledilebilecek yüksek basınçta ve yüksek konsantrasyonda bir CO₂ akışı elde etmektir. Şu anda da CO₂ ayırma tesisleri bulunmaktadır, ancak bunlarda amaç diğer gazları üretmek amacıyla saflaştırmaktır ve ayrılan CO₂ atmosfere atılmaktadır. Santrallerin baca gazından CO₂ üretimi yapılan uygulamalarda vardır, ancak bunlar 500 MW'ın altında ki küçük santrallerdir. Kömür, gaz, petrol veya biyo kütleye dayalı santrallerde CO₂ tutma için üç temel yaklaşım bulunmaktadır.

- Yanma Sonrası (Post-combustion)
- Yanma Öncesi (Pre-combustion)
- Oksi-yakıt yanma (Oxyfuel combustion)

Yanma sonrası sistem normal bir kömür santrali veya doğal gaz kombine çevrim santralının baca gazından CO₂'yi ayırma işlemidir. Ana unsuru azot olan baca gazından sıvı bir solvent kullanarak CO₂'nin belli bir yüzdesi (Hacimsel olarak %3-15) ayrıştırılır. Modern bir pulverize kömür santralında veya doğal gaz kombine çevrim santralında normal olarak bir organik solvent örneğin monoetanolamin (MEA) kullanılır.

Yanma öncesi sistemde ise primer yakıt bir reaktör içinde buhar, hava veya oksijenle işleme tabi tutularak büyük ölçüde hidrojen ve karbon monoksitten oluşan bir karışım (sentetik gaz) elde edilir. Bir başka reaktörde karbonmonoksit, buharla reaksiyona girerek ilave hidrojenle birlikte CO₂ elde edilir. Bu karışımda hidrojen ve CO₂ ayrıştırılır. Eğer CO₂ depolanacaksa karbonsuz bir yakıt olan hidrojen enerji ve ısı elde etmek üzere yakılabilir. Başlangıçtaki adımlar “yanma sonrası” prosesine göre pahalı ve karmaşık olsa da özellikle ikinci reaktördeki daha yüksek basınç ve konsantrasyondaki (%15-60) CO₂, “yanma öncesi” prosesini CO₂'yi ayırmak için daha tercih edilir hale getirmektedir. Yanma öncesi prosesi Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim (IGCC) santrallerinde kullanılması uygun olacaktır.

Oksi-yakıt yanma prosesinde primer yakıt havayla değil de oksijenle yakılır. Sonuçta baca gazı su buharı ve CO₂'den oluşur. Burada baca gazındaki CO₂ konsantrasyonu oldukça yüksektir ve hacimsel olarak %80'lere ulaşmaktadır. Bacadan çıkan gaz soğutularak ve sıkıştırılarak su buharı ayrıştırılır. Oksi-yakıt yanmada havadaki oksijenin %95-99 oranında saflıkta ayrıştırılması gerekir. Kazanlarda CO₂ tutma ve oksi-yakıt yakma sistemleri hala demonstrasyon safhasındadır. Oksi-yakıtın gaz türbinlerinde kullanılması konusu ise hala araştırma ve kavramsal dizayn safhasındadır. [22]

8.4.2 Karbon Taşıma

Karbon tutma yöntemleri ile tutulan CO₂ sıkıştırılarak ve içindeki nem alınarak depolanacak yere taşınması gerekmektedir. CO₂ naklinin genel olarak borularla yapılması öngörülmektedir. Ancak, uygun olması halinde, sıkıştırılmış doğal gazın taşındığı gibi, tankerler ile taşınması da mümkündür. Depolanacak CO₂ miktarı, depolama yerinin konumu, santrale uzaklığı, nakil yöntemi vb. Hususlar nakil maliyetini etkileyecek önemli faktörlerdir. Boru hatları ile taşınması durumunda, depolanacak CO₂ miktarı arttıkça taşıma maliyeti düşmekte, buna karşılık depolama yerinin santrale uzaklığının fazla olması maliyeti artırmaktadır. Boru hatlarıyla taşımada, ara kompresör istasyonlarının kurulması da gerekebilir. [15]

8.4.3 Karbon Depolama

Karbon tutma ve depolamanın üçüncü aşaması karbondioksitin yüzyıllar boyunca mümkün olduğu kadar atmosfere sızmasını engelleyecek şekilde sızdırmazlık ve güvenlik şartlarına uygun rezervuarlara depolanarak atmosferden soyutlanmasıdır.

Karbondioksit, jeolojik formasyonlarda süperkritik bir sıvı olarak depolanmaktadır. Bu evrede, sıvı ve gaz arasında ayrımı yapılamamakta ve CO_2 bulunduğu kabın şeklini alan ve sıkıştırılabilen bir sıvı olarak davranmaktadır. Yoğunluğu ise sıvı yoğunluğuna sahiptir. Yaklaşık 800–850 m derinliklerde karbondioksit maksimum yoğunluğuna ulaşmaktadır ve bu evrede karbondioksit süper kritik bir sıvıdır. Bu derinliğin üzerinde CO_2 bir gazdır ve yoğunluğu ekonomik olarak depolanamayacak kadar düşüktür.

Karbondioksitin depolandığı jeolojik rezervuarlar; petrol ve doğal gaz rezervuarları, derin tuzlu formasyonlar ve işletilemeyen kömür damarlarından oluşmaktadır

Jeolojik depolama seçenekleri arasında maliyetler açısından bir değerlendirme yapıldığında, aktif petrol kuyularında CO_2 'nin depolama maliyeti en az olmaktadır. Bunu sırasıyla, kömür yatakları ve tüketilmiş petrol ve gaz rezervleri takip etmektedir. Derin tuzlu formasyonlarda jeolojik depolamanın maliyeti ise net olarak bilinmemekte olup, bunlar en yüksek depolama kapasitesine sahiptirler. Bu formasyonlardan sonra sırasıyla tüketilmiş petrol ve gaz rezervleri ve aktif petrol kuyuları yüksek miktarda CO_2 depolama kapasitesine sahiptirler. Aktif petrol kuyuları ve tüketilmiş petrol ve gaz rezervleri yüksek depolama güvenliğine ve uygulanabilirliğe sahipken diğer yöntemler için bu yöndeki çalışmalar devam etmektedir. Petrol ve gaz rezervleri sahip oldukları önemli avantajlardan ötürü CO_2 depolamada genellikle birincil tercihtirler. Bu alanlar detaylı olarak araştırılmış yerler olduğu için CO_2 depolanması için güvenilir oldukları düşünülür. Ayrıca, daha önceden mevcut kuyular ve alt yapılar CO_2 depolanması için kullanılabileceğinden yeniden bu tür hazırlığa gerek kalmayacaktır. Bu da hazırlık maliyetinde düşüşe yol açacaktır. [21]

8.5 Kömür Gazlaştırma ve Sıvılaştırma

8.5.1 Kömür Gazlaştırma

Kömür gazlaştırma prosesi, kömürün doğrudan yakılması yerine, termokimyasal bir yöntemle kimyasal bileşenlerine ayrılması işlemidir. Gazlaştırma prosesinde kullanılacak hammadde sadece kömürle sınırlı olmayıp, petrokok gibi petrol kökenli maddelerin, biyokütle ve atıkların da gazlaştırma işlemine tabi tutulması mümkündür.

Kömürün gazlaştırılması kömürün elektrik, hidrojen ve diğer enerji ürünlerine dönüştürülmesinde kullanılan en temiz ve birden çok amaca hizmet eden yöntemlerden biridir. Bir gazlaştırıcıda, kömür yüksek basınç ve sıcaklıklarda, ortamda buhar varken, kontrollü miktarlardaki hava veya oksijene maruz bırakılır ve moleküler yapısı parçalanarak karbonmonoksit, hidrojen ve diğer bileşenlerine ayrılır. Esas olarak hidrojen ve karbonmonoksitten meydana gelen bu gaz sentez gazı (syngas) denmektedir. Gazdaki diğer bileşenler, hammaddenin türüne ve gazlaştırıcının koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.[20]

IGCC sistemlerinde kömür veya bir fosil yakıt, yakıt hazırlama ünitelerinden gazlaştırıcıya beslenir ve burada yine gazlaştırıcıya beslenen oksijen veya hava ve buhar karışımı ile reaksiyona girerek ham gazı oluşturur. Ham gaz içinde partiküller, CO , CO_2 , H_2 , CH_4 , N_2 ve H_2S bulunmaktadır. Ham gaz, yüksek sıcaklıklarda çalışan bir Gaz Temizleme sisteminden

geçirilerek içindeki partiküllerden ve daha sonra istenmeyen kirlenici gazlardan (H_2S gibi) temizlenir. Temizlenen sentez gazı, gaz türbininde yakılarak elektrik enerjisi elde edilir.

Gaz türbininden çıkan sıcak gazlar, bu kez içindeki ısıyı geri kazanılması için bir ısı değiştiriciden geçirilir. Yüksek basınç ve sıcaklıkta üretilen buhar bu kez bir buhar türbinine gönderilerek elektrik enerjisi üretiminde kullanılır. Böylece, hem gaz hem de buhar türbininde elektrik üretilmiş olur. Bu nedenle çevrime “Kombine Çevrim” denilmektedir.

EGKÇ sistemlerinin verimi, gaz türbininin çalışma sıcaklığına ve üretilen elektrik enerjisinin frekansına göre değişmektedir. Tipik gaz türbini sıcaklıkları $1100-1260^{\circ}C$ 'dir. Tipik net üretimler 60-Hz istenen yerlerde 275 MW, 50-Hz istenen yerlerde 400 MW'dır. Tüm IGCC sisteminin net verimi % 40-44'tür (üst ısı değeri baz alınarak). Yeni geliştirilen gaz türbinleri kullanarak bu verimin % 46-48'e çıkması beklenmektedir.[18]

8.5.2 Kömür Sıvılaştırma

Kömürden sıvı yakıt üretimi⁵⁰, gazlaştırılan kömürden Fischer Tropsch (F-T) yöntemi kullanılarak sıvı yakıt ve kimyasal ürünler üretmek ile daha az gelişmiş bir teknoloji olan dorudan sıvılaştırma teknolojilerini kapsamaktadır.

Petrol fiyatlarının yüksekliği ve istikrarsızlığı, gelişmekte olan ülkelerin artan enerji talebi, petrol üreten ülkelerin bazılarında yaşanan jeopolitik istikrarsızlık, yüksek enerji talebi olan ülkelere kömürün mevcudiyeti ve azalan petrol rezervlerine karşın kömür rezervlerinin bolluğu kömürün sıvılaştırmasına olan ilginin artmasının ana sebepleridir.

Kömürden sıvı yakıt teknolojileri “doğrudan sıvılaştırma” ve “dolaylı sıvılaştırma” olmak üzere iki kategoride ele alınır.

Kömürün dolaylı sıvılaştırılması⁵¹ yönteminde, kömür önce buhar ve hava, ya da oksijen ile gazlaştırılarak sentez gaz (H_2 ve CO) elde edilmektedir. Parçacık madde, kükürt bileşikleri (özellikle H_2S , CS) ve azot gibi kirlilikler içeren bu karışım gazı temizlenip Fischer Tropsch veya Metanol prosesinden geçirilerek temiz, yüksek kaliteli ürünler (metanol, etanol, dizel, hidrokarbon, sıvı yakıtlar vb.) üretilmektedir. Temizlenen gazdan CO_2 tutulup ayrılabilir. Ayrıca sentez gazından elektrik ile hidrojen üretilmektedir. Modern tesislerde enerji verimliliği %40'ın üzerindedir.

Kömürün doğrudan sıvılaştırılması⁵² prosesi ile toz kömür, doğrudan bir çözelti içinde yüksek sıcaklık ve basınçta sıvı yakıtı dönüştürülerek yüksek enerji yoğunluklu ürünler elde edilmektedir. Proses esnasında hidrojen/karbon oranı hidrojen gazı eklenerek artırılır. Hidrojen aynı zamanda oksijen, kükürt, ve azotun uzaklaştırılması amacıyla da eklenmektedir. Uzaklaştırma H_2O , H_2S ve NH_3 olarak gerçekleştirilmektedir. Katalizör kullanılarak gerekli reaksiyonları hızlandırmak mümkündür. Dolaylı sıvılaştırma prosesine kıyasla doğrudan sıvılaştırmada işletme maliyetleri yüksek olmasına karşın verimlilik modern proseslerle %60-%70 seviyelerine kadar yükselmektedir. [15]

50 Coal to liquid (CTL)

51 indirect coal liquification

52 direct coal liquification

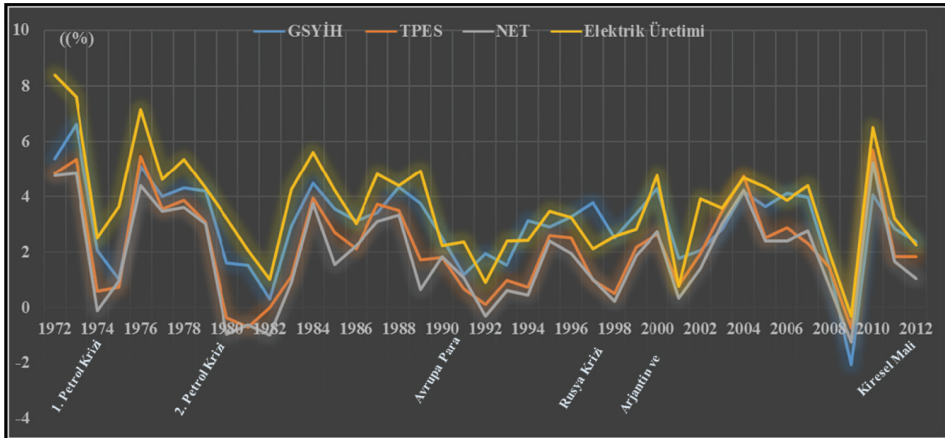
SONSÖZ

Dünyada ekonomi geliştikçe, herhangi bir ülke ya da bölgede başlayıp giderek tüm dünyayı saran ekonomik buhranlar da artmıştır. Aniden ve beklenmedik bir şekilde ekonomik ya da politik nedenlerle ortaya çıkan krizler, önce ortaya çıktığı ülke ya da bölgeyi üzerinde etkili olup, daha sonra dalgalar halinde yayılarak tüm ülkeleri ve ülkelerde faaliyet gösteren firmaları önemli ölçüde etkilemiştir.

Son kırk yılda dünyada çıkan ekonomik krizleri aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:

1973	Birinci petrol krizi (petrol fiyatları dört kat arttı)
1980	İkinci petrol krizi (petrol fiyatları bir buçuk kat arttı)
1985	Bono ve hisse senedi piyasası krizi
1987	19 Ekim Kara Pazartesi borsa krizi
1989	Aktif balon ekonomisinin çöküşünü takiben oluşan Japonya krizi
1992	Avrupa Para Sistemi krizi
1994	Meksika krizi
1997	Güneydoğu Asya krizi
1998	Rusya krizi
2001	Arjantin ve Türkiye krizleri
2008-2012	Küresel ekonomik kriz

Yukarıda bahsedilen bütün krizler dünya ekonomisinin daralmasına, hatta bazı ülkelerin iflasına yol açmıştır. Kriz sonucu gelirler düşerken, buna bağlı olan enerji ve elektrik enerjisi taleplerinde de daralmalar yaşanmıştır. Özellikle 1929 yılında yaşanan Ekonomik Buhran ile kıyaslanan ve 2007 yılında ABD’deki ipotekli konut piyasasının birden değer kaybetmesi sonucu başlayan iflasların tetiklediği düşünülen son krizin etkileri ise hala sürmektedir. (Şekil 29)

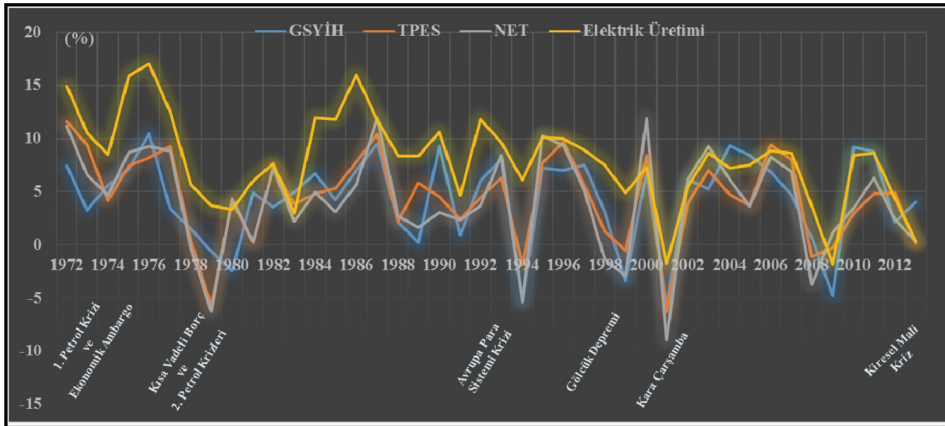


Şekil 35: Küresel bazda ekonomik büyüme, enerji ve elektrik enerjisi büyüme hızları

Daha henüz emekle dönemindeki genç Türkiye Cumhuriyeti, ilk ekonomik bunalımını tüm dünyanın yaşadığı 1929 buhranı ile yaşamıştır. Bundan sonra defalarca ekonomik kriz yaşayacak olan ülkenin son kırk yıldaki ekonomik krizleri de aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1974	Birinci petrol krizi ve ekonomik ambargo
1978	Kısa vadeli borç krizi
1980	İkinci petrol krizi
1986	Bütçe açığı krizi
1989	Japonya krizi sonrası mali piyasalardaki dalgalanma
1991	Körfez krizi
1994	Avrupa para piyasalarındaki kargaşa sonucu oluşan finansal kriz
1997-98	Güneydoğu Asya krizi ve Rusya krizi ile sıcak para çıkışı
2001	22 Kasım 2000-Kara Çarşamba sonrası 13 banka battı
2008-2012	ABD ipotekli konut piyasası krizi ve hemen sonrasında başlayan mali finans krizi

Dünyada ve dolayısı ile Türkiye’de yaşanan ekonomik buhranların gelir ve enerji üzerindeki etkileri analiz edildiğinde, gerek küresel ekonominin gerekse ülke ekonomisinin nasıl kırılgan bir yapıda olduğu, en küçük bir mali dalgalanmada tüketimin ve gelirin yavaşladığı açık bir şekilde görülmektedir. (Şekil 30)



Şekil 36: Türkiye’de ekonomik büyüme, enerji ve elektrik enerjisi büyüme hızları

Şekil 30’dan da anlaşılacağı üzere; 1974, 1980, 1990 ve 2000 yıllarında, yani neredeyse her on yılda bir çok ciddi krizlerin yaşandığı ancak, elektrik üretimindeki ve gelirdeki artış hızının küresel bazda hiçbir zaman eksiye düşmediği görülmektedir⁵³. 1982 yılında küresel gelirde büyümenin sıfır noktasına gelmiştir. 1971-2012 arasında dönem dönem nihai enerji tüketi-

53 Şekillerde GSYİH büyüme oranları 2005 yılı ABD Doları üzerinden UEA verilerine göre hesaplanmıştır

minde düşüşler gözlenirse de diğer göstergelerde 2009 yılı haricinde bir gerileme olmamıştır. 2009 yılı tüm göstergelerde negatif büyümenin yani daralmanın yaşandığı yıl olarak tarihe geçmiştir. Bu krizin etkileri 2010 ve 2011 yıllarındaki toparlanmaya rağmen halen sürmektedir. Aşağıdaki Çizelge 43, onar yıllık dönemlerdeki gelişmeleri özetlemektedir.

Çizelge 43: Büyüme Hızları (%)

	1971	1980	1990	2000	2010	2011	2012	2013
GSYİH		-2,45	9,26	6,78	9,16	8,77	2,13	4,05
TPES	6,44	4,12	4,50	8,38	2,94	4,78	4,90	0,16
NET	4,58	4,32	3,01	11,91	3,47	6,33	2,41	0,31
Elektrik Üretimi	13,43	3,35	10,57	7,28	8,42	8,61	4,40	0,27

Dünyada yaşanan krizlere paralel olarak, Türkiye’de de ulusal gelirin artış hızında gerilemeler yaşanmıştır. En fazla düşüş ise elektrik üretimindeki artış hızının sıfırın altına indiği yani bir önceki yıla göre azaldığı 2001 yılında olmuştur. Ama hemen sonrasında sert bir toparlanma gözlenmiştir. 2009 krizi ise her ne kadar 2001 krizi kadar derin hissedilmese de ekonomik açıdan ve tüketim yönünden daralmaların yaşandığı yıl olarak kayıtlara geçmiştir.

Genel enerji açısından, tüketilen toplam birincil enerjinin %30’a yakını kömürden kaynaklanmaktadır. Bu oran nihai enerji tüketimine gelindiğinde %7’ye inmektedir.

Birincil enerji kaynakları arasında yer alan taşkömürü üretiminin lokomotifi OECD dışı ülkeler olurken, kahverengi kömürü üretiminin dinamikleri OECD ülkeleri olmuştur.

Elektrik üretimine kömürün payı %40’lardadır. 1971-2012 arasında doğal gazı payını %13’lerde %22’lere çıkarırken, kömürün payını hemen hemen koruması, dikkate değer bir noktadır. Kömür, elektrik enerjisi üretiminde, hem OECD ülkelerinde hem de OECD dışı ülkelerde önemini korumayı başarmıştır.

Türkiye’ye bakıldığında ise birincil enerji tüketiminde kömürün payının dünya ile paralel gittiği gözlemlenirken (%26), nihai enerji tüketiminde ise, dünya ortalamasının üzerinde (%12) olduğu görülmektedir.

Ancak elektrik enerjisi üretiminde kömürün payına bakıldığında, dönemsel değişimler hesaba katılmadığında, dünya ortalamasının epeyce aşağısında olduğu göze çarpmaktadır. Aslında son yıllardaki kömürün payından gelen artışın, ithal kömürden kaynaklandığı da düşünüldürse, durumun arz güvenliği açısından ne kadar ciddi olduğu daha iyi anlaşılır. Yine de genel olarak bakıldığında kömür enerji tüketimi ve elektrik enerjisi üretimi açısından önemli bir yer tutmuştur.

Geçmişte bu kadar önemli bir yere sahip olan kömürün, UEA tarafından yapılan senaryo sonuçlarına göre, gelecekte de önemini koruyacağı hatta elektrik enerjisi üretimi açısından payını çok az da olsa artıracığı görülmektedir. Ancak küresel çevre kaygıları da toplumları temiz kömür teknolojileri kullanmaya zorlayacaktır. Bir başka deyişle, günümüzde enerji politikaları çevre politikaları ile daha özdeşleşmek zorundadır.

Burada unutulmaması gereken bir husus küresel ısınma üzerindeki spekülasyonların devam

ettiğidir. Son dönemde ortaya çıkan gelişmeler ve bilimsel makaleler, dünyanın mini buzul dönemine girdiğine ve bu durumun yaklaşık 20 sene devam edeceğine işaret etmektedir. Bu konuda net bir bilimsel görüş hiç olmamıştır. Zaten, 1990'lı yıllardaki “küresel ısınma” kavramı günümüzde “iklimler değişiyor” sloganına dönüşmüştür. Bu durumda, gelecekte yeni politikalarla birlikte değişik sloganların ortaya çıkması da şaşırtıcı olmayacaktır.

İşte bu noktada kaynakların verimli kullanılması, mevcut teknolojilerin verimli hale gelmesi ve yeni tesislerde en iyi teknolojilerin kullanılması açısından temiz kömür teknolojileri özel bir öneme sahiptir. Özellikle enerji arz güvenliği ve ülke ekonomisi açısından yerli kömür kaynaklarının kullanılması nasıl bir zorunluluksa, insan ve kendisini kuşatan doğanın sağlığı açısından da temiz kömür teknolojileri ayrı bir zorunluluktur.

Olaya yalnızca spekülasyon iklim değişikliği söylemleri ile bakmak, hatta bu söylemlere körü körüne inanmak, henüz yeterli teknoloji üretemeyen bir ülke için bu konuda gelişmiş ülkelerin oyuncağı olmak çok kolay olacaktır. Çünkü politikalar ister istemez bu yönde oluşacak ve gereksiz yere bazı teknolojiler ithal edilecektir.

Doğru olan, oyunu iyi oynamak, gelişen konjonktüre uygun dayatma teknolojiler yerine ülke gerçeklerine uygun teknolojiler kullanmak ve gerektiğinde bu açıdan yeni teknolojiler üretmek, bir taraftan sömürülmeye karşı durmayı diğer taraftan kaynakları etkin ve verimli ama aynı zamanda çevre dostu olarak kullanmayı sağlayacaktır.

Bu bağlamda, Türkiye'nin öncelikle kaynaklarını yeniden, gerektiğinde bir havza planı çerçevesinde gözden geçirilmesi, işletmede olan tesislerinde verimliliği artıracak yatırımlarını bir an önce tamamlaması ve yeni tesislerini kurarken en uygun teknolojiyi kullanması ve hepsinden önemlisi enerji politikalarını bir bütünlük içinde yeniden gözden geçirmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Korkmaz S. “Coal Occurrence in Ancient Sedimentary Environment”, Coal, 1994.
- [2] Yağmurlu F, “Kömürleşme Alanlarının Ortamsal Özellikleri ve Kömür Aramalarındaki Önemi”, Türkiye 2. Kömür Kongresi, Zonguldak, 1980.
- [3] Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, “Energy Resources 2009-Reserves, Resources, Availability”, Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, 2009.
- [4] Karayığit A.I. “Origin of Coal”, Coal 1994.
- [5] BGR 2014. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, “Energy Study 2014-Reserves, Resources, and Availability of Energy Resources”, Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Hannover, December 2014.
- [6] UEA 2013. Uluslararası Enerji Ajansı IEA Statistics “Coal Information 2013”, International Energy Agency, 2014.
- [7] Alişan C. ve Derman A.S. “The First Palynological Age, Sedimentological and Stratigraphic Data for the Çakraz Group (Triassic), Western Black Sea”, Geology of the Black Sea region, MTA, 1995.
- [8] Kavuşan JEM408 4/28.
- [9] Dirik K. Erler A. Karahanoğlu N. “The First Palynological Age, Sedimentological and Stratigraphic Data for the Çakraz Group (Triassic), Western Black Sea”, Geology of the Black Sea Region, MTA, 1995.
- [10] Chemical and Technological Properties of Turkish Coal Tertiary Coals, MTA, 2002.
- [11] Türkiye Taşkömürü Kurumu “Taşkömürü Sektör Raporu”, Mayıs 2014.
- [12] Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü “2013 Yılı Faaliyet Raporu”, 2014.
- [13] Elektrik Üretim A.Ş. “2013 Yılı Faaliyet Raporu”, 2013.
- [14] Eurocoal 2005, Clean Coal
- [15] DEK TMK, “Temiz Kömür Teknolojileri” Mart 2010
- [16] Eurocoal 2007, The Long Term Perspectives for Coal in the EU Electricity Sector
- [17] Rozpondek M., Siudek M., Pollution Control Technologies Applied to Coal Fired Power plant Operation, Acta Montanistica Slovaca Roenic 2009
- [18] TEPAV, “Pilot Etki Analizi Çalışması Termik Santrallerde AB Büyük Yakma Tesisleri Direktifi’ne Uyum”, Nisan 2008
- [19] Atesok G., Ozer M., Burat F., Karakas F., “Teknolojiden Yararlanarak Bir Gelecek Kurmak-Temiz Kömür Teknolojilerinde Yeni Boyutlar”, Türkiye 10.Enerji Kongresi, 27-30 Kasım 2006,
- [20] Akışkan Yataklı Kazanlar, Olcay Oymak, Aykan Batu, MİMAG-SAMKO Enerji Teknolojileri A.Ş.
- [21] TÜBAV Bilim 2(2) 2009 175-184 İ. Karakurt, G. Aydın, K. Aydın
- [22] TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu-Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye Gerçeği, “Karbon dioksit Tutma ve Depolama” Muzaffer Başaran 22-24 Ekim 2007