

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE ETKİNLİK ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Müzeyyen Esra ATUKALP**

**HAZİRAN 2019**  
**TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE ETKİNLİK ANALİZİ**

**Müzeyyen Esra ATUKALP**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde**  
**“YÜKSEK LİSANS (MADEN MÜHENDİSLİĞİ)”**  
**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20.05.2019**  
**Tezin Savunma Tarihi : 11.06.2019**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ayhan KESİMAL**

**Trabzon 2019**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Maden Mühendisliği Anabilim Dalında  
Müzeyyen Esra ATUKALP Tarafından Hazırlanan**

**TÜRKİYE KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE ETKİNLİK ANALİZİ**

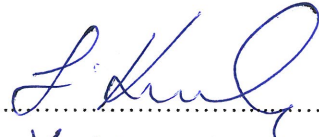
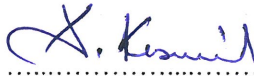
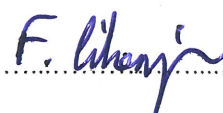
**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28 / 05 / 2019 gün ve 1806 sayılı  
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Gürcan KONAK**

**Üye : Prof. Dr. Ayhan KESİMAL**

**Üye : Doç. Dr. Ferdi CİHANGİR**

  
.....  
  
.....  
  
.....

**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Sanayileşme, teknolojik gelişmeler ve nüfus artışı ile bağlantılı olarak enerji ihtiyacı giderek artmakta ve ülkelerin, toplumların refahı için ihtiyaç duyulan enerjinin temini büyük önem arz etmektedir. Artan enerji ihtiyacı tüm dünyada enerji kaynakları üzerinde önemle durulmasını, bu kaynaklardan en üst düzeyde faydanın sağlanmasını, kaynakların kullanımı ve üretimi açısından etkinliğin, verimliliğin tesis edilmesini gerekli kılmaktadır.

Bu tez çalışmasında, Türkiye kömür madenciliğinde etkinliğin belirlenmesi amaçlanmıştır. Türkiye Taşkömürü Kurumu ve Türkiye Kömür İşletmeleri'ne ilişkin olarak etkinlik analizi gerçekleştirilmiş ve etkinliğin sağlanması noktasında yapılması gerekli olan hususlar belirlenmeye çalışılmıştır.

Yüksek lisans eğitimim süresince ve tez hazırlama aşamasında değerli önerileri ile katkı ve desteklerini esirgemeyerek rehber olan, kendileri ile çalışmaktan onur duyduğum danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ayhan Kesimal'e katkılarından dolayı teşekkür eder, saygılar sunarım. Ayrıca yüksek lisans ders aşamasında bilgi ve değerlerinden yararlandığım, önemli yardımlarını aldığım, Maden Mühendisliği Bölümü'ndeki ders hocalarıma da teşekkür eder, saygılar sunarım.

Çalışmalarım sırasında güçlüklerimi paylaşan, müşfik davranışları ile her zaman yanımda olan anneme ve ağabeyime teşekkür eder, saygılar sunarım.

M. Esra ATUKALP

Trabzon 2019

## **TEZ ETİK BEYANNAMESİ**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Türkiye Kömür Madenciliğinde Etkinlik Analizi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Ayhan KESİMAL’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdığimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 11/06/2019

M. Esra ATUKALP

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VII
SUMMARY .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ .....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Tez Çalışmasının Amacı.....	2
1.3. Kömürün Tanımı .....	3
1.4. Kömürün Sınıflandırılması .....	4
1.5. Dünyada Kömür.....	9
1.5.1. Rezerv Durumu.....	10
1.5.2. Kömür Üretimi.....	11
1.5.3. Kömür Tüketimi .....	13
1.5.4. Kömür Ticareti.....	16
1.6. Türkiye’de Kömür .....	18
1.6.1. Rezerv Durumu.....	19
1.6.2. Kömür Üretimi.....	23
1.6.3. Kömür Tüketimi .....	25
1.6.4. Kömür Ticareti.....	27
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	30
2.1. Etkinlik ve Etkinlik Ölçüm Yöntemleri.....	30
2.2. Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü .....	34
2.2.1. Charnes - Cooper - Rhodes (CCR) Modeli.....	36
2.2.2. Banker - Charnes - Cooper (BCC) Modeli .....	39

2.3.	Araştırma Konusu Üzerine Diğer Araştırmacıların Çalışmaları.....	41
2.4.	Analiz Yöntemi ve Veri Seti.....	46
3.	BULGULAR.....	49
3.1.	Türkiye Taşkömürü Kurumu Müesseselerinin Etkinlik Sonuçları.....	49
3.2.	Türkiye Taşkömürü Kurumu ve Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'nun Dönemsel Etkinlik Sonuçları.....	56
4.	TARTIŞMA.....	61
5.	SONUÇLAR.....	63
6.	ÖNERİLER.....	65
7.	KAYNAKLAR.....	66
8.	EKLER.....	71
	ÖZGEÇMİŞ.....	75

ÖZET

TÜRKİYE KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE ETKİNLİK ANALİZİ

Müzeyyen Esra ATUKALP

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL  
2019, 70 Sayfa, 4 (Ek Sayfalar)

Bu çalışmada, Türkiye’de kömür madenciliğinde etkinliğin analiz edilmesi ve analiz sonucu doğrultusunda yapılması uygun görülen düzenlemelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Türkiye’de taşkömürü ve linyit üretiminde bulunan Türkiye Taşkömürü Kurumu ve Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu’na ilişkin etkinlik analizi yapılmıştır. İnceleme dönemi olarak 2009-2017 döneminin seçildiği çalışmada, taşkömürü ve linyit madenciliğine ilişkin etkinliklerin belirlenmesi noktasında, etkinlik ölçüm yöntemlerinden olan veri zarflama analizi kullanılmıştır.

İlk önce Türkiye Taşkömürü Kurumu’nun işletme müesseselerinin etkinlikleri analiz edilmiştir. Çalışmada daha sonra Türkiye Taşkömürü Kurumu ve Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu’nun yıllar itibariyle etkinlikleri değerlendirilerek, kömür madenciliği için etkin olunmayan dönemlerde etkinliğin sağlanması noktasında yapılması uygun olabilecek düzenlemelerden bahsedilmiştir. Taşkömürü ve linyit madenciliğinde saf teknik etkinliğin dönem süresince çok değişmediği, ancak ölçek etkinliğinde söz konusu olan azalış nedeniyle toplam etkinliğin azaldığı gözlenmiştir. Bu sonuca göre, mevcut kömür üretimi ve satış gelirinin elde edilmesinde uygun düzeyde kaynak kullanımının dönem süresince benzer eğilimde olduğu görülmektedir.

Etkinlik ölçümünün girdi odaklı model ile yapılması nedeniyle, etkin olmayan müesseselerde ve etkinliğin bulunmadığı yıllarda etkinliğin sağlanması için, mevcut kömür üretimi ve satış gelirinin mümkün olan en az yatırım harcaması ve faaliyet gideri ile elde edilebilmesi yönünde öneriler ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye kömür madenciliği, Taşkömürü, Linyit, Etkinlik analizi.



Master Thesis

SUMMARY

EFFICIENCY ANALYSIS IN TURKISH COAL MINING

Müzeyyen Esra ATUKALP

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Mining Engineering Graduate Program  
Supervisor: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL  
2019, 70 Pages, 4 Pages Appendixes

In this study, analysis of the efficiency of coal mining in Turkey and the determination of the appropriate arrangements to be made in accordance with analyze results were aimed. In study, efficiency analysis of the Turkish Hard Coal Enterprise Institution and the Turkish Coal Enterprises Institution which produce hardcoal and lignite, respectively was performed. In the study, 2009-2017 period was selected as analysis period, data envelopment analysis, one of the efficiency measurement methods, was used to determine the efficiency related to hard coal and lignite mining.

Firstly, efficiency of Turkey Hard Coal Enterprise Institution's business enterprises was analyzed. In the study, the efficiency of the Turkish Hard Coal Enterprise Institution and the Turkish Coal Enterprises Institution were evaluated and the arrangements that would be appropriate to ensure the efficiency of coal mining were discussed. It was observed that the pure technical activity in hard coal and lignite mining did not change much during the period, but the overall efficiency was observed to decrease due to the decrease in the scale efficiency. According to this result, it was seen that the use of appropriate level of resource utilization in the acquisition of current coal production and sales income have a similar tendency during the period.

Due to the fact that the efficiency measurement is made with an input-oriented model, suggestions have been made to ensure that the existing coal production and sales revenue can be obtained with the minimum possible investment expenditure and operating expense in order to ensure efficiency in the non-efficient institutions and in the non-efficient years.

**Key Words:** Turkey coal mining, Hardcoal, Lignite, Efficiency analysis.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1. Oluşum aşaması ve kullanım alanına göre kömürler .....	5
Şekil 2. Bölgeler itibariyle dünyada kömür üretimi .....	11
Şekil 3. Kömür üretiminde bölgesel paylar (%).....	12
Şekil 4. Dünya kömür tüketimi .....	14
Şekil 5. Türkiye linyit-taşkömürü sahaları ve rezervler .....	20
Şekil 6. Türkiye'deki önemli kömür sahaları ve potansiyel kullanım alanları .....	20
Şekil 7. Türkiye taşkömürü ve linyit üretimi .....	24
Şekil 8. Türkiye taşkömürü ve linyit toplam tüketimi .....	25
Şekil 9. Türkiye'de sektörlere göre kömür arzı.....	26
Şekil 10. Türkiye'de kömür ithalat ve ihracat değerleri.....	27
Şekil 11. Üretim sınırı .....	31
Şekil 12. Ölçeğe göre sabit, artan ve azalan getiri .....	32
Şekil 13. TTK ve TKİ etkinlik değerlerinin yıllar itibariyle görünümü.....	58

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Çeşitli kömürleşme derecelerinde kömür özellikleri .....	7
Tablo 2. Genel sınıflandırmada yer alan kömürlerin tanıtıcı özellikleri .....	8
Tablo 3. Dünyada en fazla kömür rezervine sahip ülkeler ve rezerv durumları .....	10
Tablo 4. Temel kömür üreticileri .....	12
Tablo 5. Dünya toplam kömür üretimi .....	13
Tablo 6. Sektörlerin kömür tüketim payları .....	15
Tablo 7. Elektrik üretiminde kaynakların payları (%) .....	15
Tablo 8. Temel kömür ihracatçıları (milyon ton) .....	17
Tablo 9. Temel kömür ithalatçıları (milyon ton) .....	17
Tablo 10. Dünya kömür ticareti (milyon ton) .....	18
Tablo 11. Türkiye kömür rezervlerinin dünya rezervleri içerisindeki payı (%) .....	19
Tablo 12. Türkiye'deki linyit rezervleri (milyon ton) .....	21
Tablo 13. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'nun taşkömürü rezervleri (ton) .....	22
Tablo 14. Türkiye'deki taşkömürü rezervleri (ton) .....	22
Tablo 15. Türkiye elektrik üretiminde kaynakların payları .....	27
Tablo 16. Türkiye'de taşkömürü ve linyit ithalat ve ihracat değerleri (bin ton) .....	28
Tablo 17. Kömür ve kömür kaynaklı enerji üretimine ilişkin literatürde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri .....	44
Tablo 18. Analizde kullanılan değişkenler .....	47
Tablo 19. TTK müesseseleri saf teknik etkinlik değerleri .....	50
Tablo 20. TTK müesseseleri ölçek etkinlik değerleri .....	51
Tablo 21. TTK müesseseleri toplam teknik etkinlik değerleri .....	52
Tablo 22. Hedef girdi değerleri ve iyileştirme oranları .....	53
Tablo 23. Türkiye Taşkömürü Kurumu'nun etkinlik değerleri .....	57
Tablo 24. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'nun etkinlik değerleri .....	57
Tablo 25. Referans alınması gereken yıllar .....	59

## SEMBOLLER DİZİNİ

ADL	Alpagut Dodurga Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü
BCC	Banker-Charnes-Cooper
Bkz.	Bakınız
Btu/Lb	British termal units / pound (2.326 kJ/kg)
BLİ	Bursa Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü
CCR	Charnes-Cooper-Rhodes
ÇLİ	Çan Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü
DLİ	Doğu Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
ELİ	Ege Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü
ETKB	T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü
EÜAŞ	Elektrik Üretim A.Ş.
GAL	Güneydoğu Anadolu Asfaltit ve Linyitleri İşl. Müdürlüğü
GELİ	Güney Ege Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü
GLİ	Garp Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü
GÖLİ	Göynük Linyitleri İşletmesi Başmühendisliği
IEA	International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
İLİ	İlgın Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü
İşl.	İşletme
kcal/kg	Kilokalori/kilogram
KLİ	Keles Linyitleri İşletmesi Başmühendisliği
KVB	Karar verme birimi
ktoe	Bin ton petrol eşdeğeri
kWh	Kilowatt saat
MJ/kg	joule/kilogram
Mt	Milyon ton
Mtoe	Milyon ton petrol eşdeğeri
OECD	The Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)

OLİ	Oltu Linyitleri İşletmesi Başmühendisliği
SLİ	Seyitömer Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü
TİM	Taşkömürü İşletme Müessesesi
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu
TL	Türk Lirası
TLİ	Trakya Linyitleri İşletmesi Başmühendisliği
TTK	Türkiye Taşkömürü Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
Twh	Terawatt saat
VZA	Veri zarflama analizi
YLİ	Yeniköy Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü

## 1. GENEL BİLGİLER

Enerji kaynaklarına ihtiyacın artış göstermesi, kaynakların temini konusunu önemli hale getirmektedir. Söz konusu kaynaklar içerisinde kömürün sahip olduğu yer ve Türkiye ele alındığında tüm kaynaklar içerisinde kömürün üretim miktarı, kömürle ilgili araştırmalara zemin hazırlamaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmada, kömüre ilişkin genel bilgiler, dünya ve Türkiye’de kömürün yeri ve Türkiye’de kömür madenciliğinde etkinliğin analizi ele alınacaktır.

### 1.1. Giriş

Sanayileşme, teknolojik gelişmeler ve nüfus artışı ile bağlantılı olarak enerji ihtiyacı giderek artmakta ve ülkelerin, toplumların refahı için ihtiyaç duyulan enerjinin temini büyük önem arz etmektedir. Bu ihtiyacı karşılayabilmek için birincil-ikincil veya yenilenebilir-yenilenemez şeklinde sınıflandırmalara tabi tutulan enerji kaynaklarından daha fazla yararlanılmaya çalışılmalıdır.

Ülkeler için elektrik başta olmak üzere ikincil enerji kaynaklarına olan ihtiyaç birincil enerji kaynaklarının önemini somutlaştırmaktadır. İkincil enerji kaynaklarının oluşturulmasında, petrol, doğalgaz, kömür, odun gibi doğrudan tüketilebilen enerji kaynaklarından oluşan birincil enerji kaynakları kullanılmaktadır. Artan enerji ihtiyacı tüm dünyada mevcut ve yeni enerji kaynakları üzerinde önemle durulmasını gerektirmektedir.

Tüm enerji kaynakları ile ilgili spesifik değerlendirmeler yapılabilmekle birlikte, birincil enerji kaynakları arasında yer alan kömürün elektrik üretiminde, sanayi, konut ve ticari ısıtma sistemlerinde vb. kullanılmakta olduğu ve rezerv ömrü nedeniyle öneme sahip olduğu belirtilebilir. Enerji kaynaklarının tamamı gibi kömürden sağlanabilecek en üst düzey faydanın elde edilmesi, kaynakların kullanımı ve üretim açısından etkinliğin ve verimliliğin sağlanması gerekliliğini beraberinde getirmektedir.

İşletmeler için amaçlarına ulaşma doğrultusunda gösterilen çabaların, beklenen ve planlanan sonuçlara uygunluğu etkinlik olarak tanımlanmaktadır. Kömür madenciliği ile ilgili olarak sınırlı kaynakları kullanıma kazandıran bir organizasyonun etkin ve verimli

operasyonlara sahip olması gerek ilgili organizasyon gerekse ülke açısından öneme sahip olup, kontrol edilmelidir.

## **1.2. Tez Çalışmasının Amacı**

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de kömür madenciliğinde etkinliğin analiz edilmesi ve bu hususta analiz ile bağlantılı olarak yapılması uygun olabilecek düzenlemelerin ortaya konulmasıdır. Çalışmada Türkiye’de taşkömürü ve linyit üretimi faaliyetlerinde bulunan Türkiye Taşkömürü Kurumu ve Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu’na ilişkin etkinlik analizinin yapılması planlanmıştır. Bu kapsamda Türkiye Taşkömürü Kurumu’nun işletme müesseselerinin 2009-2017 dönemindeki gelir ve üretim noktasında etkinlikleri analiz edilmiştir. Çalışmada daha sonra Türkiye Taşkömürü Kurumu ve Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu’nun yıllar itibariyle etkinlikleri değerlendirilerek, kömür madenciliği için etkin olunmayan dönemlerde etkinliğin sağlanması noktasında gerekli düzenlemelerden bahsedilmiştir.

Bu çalışma, 2009-2017 dönemini ele alan analiz içermesi nedeniyle, kömür madenciliğinde yakın dönem etkinliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca gerek Türkiye Taşkömürü Kurumu İşletmelerinin etkinliklerinin belirlenmesi, gerekse taşkömürü ile linyit madenciliğine ilişkin dönem etkinliğinin belirlenmesi ve bu şekilde de taşkömürü ile linyit madenciliği etkinlik analizinin birlikte ele alınmış olması bu çalışmanın özgün değerini ortaya koymaktadır.

Çalışmanın ilk bölümünde önce kömürün tanımı ve kömürün sınıflandırılmasına ilişkin bilgiler verilmiştir. Daha sonra dünyada ve Türkiye’de kömürün rezerv durumu, üretimi, tüketimi ve ticaretine ilişkin bilgiler aktarılmıştır. İkinci bölümünde çalışmada kullanılacak analiz yöntemi açıklanmış, kömür madenciliği esas olmak üzere analiz yöntemiyle yapılmış literatür çalışmaları incelenmiş, analiz yöntemi ve veri seti açıklanmıştır. Üçüncü bölümde Türkiye’de kömür madenciliğine ilişkin gerçekleştirilmiş olan etkinlik ölçümüne ait bulgulara yer verilmiş ve gerekli iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur. Çalışmanın sonraki bölümlerinde ise çalışmaya ilişkin sonuçlar derlenmiş ve bu hususta önerilere yer verilmiştir.

### 1.3. Kömürün Tanımı

Kömür siyah, koyu gri veya kahverengi-siyah renkli, parlak veya mat bir katı fosil yakıt ve sedimanter bir kayadır. Yanıcı bir kaya olan kömür, bitki örtüsünün birikmesi ve kısmi ayrışması ile oluşmaktadır (Schopf, 1956). Kömür ağırlıkça %50, hacimce de da %70'den fazla kömürleşmiş bitki kalıntılarından; katı haldeki organik ve inorganik (mineral) bileşenlerin değişik oranlardaki karışımından oluşmaktadır. Kömürde organik madde oranı ağırlıkça %50'den fazla olup, mineral madde oranı ise %50'den azdır. %50'den az organik madde bulunan kayalar kömür olarak nitelendirilmemekte, bu kayalar çoğunluğu oluşturan inorganik maddenin türüne göre kömürlü kil ve silt isimlerini almaktadır.

Kömür kimyasal açıdan bakıldığında, esas olarak %50 ila %98 arasında değişen karbon, %4 ila %13 arasında değişen hidrojen, oksijen ve belirli miktarda kükürt, azot ve kül içermektedir (Tomkeieff, 1957). Kömür ayrıca su ve gaz da ( $CH_2$ ,  $CO_2$  gibi) içermektedir. Kömürde bulunan su, çoğunlukla kömürün depolandığı sedimanter havzaya ait su ya da kömürleşme sırasında organik maddelerden türeyen ve kömürün mikro gözeneklerinde korunmuş olan su olup, bunun haricinde kömürün çatlak ve kırıklarından içeri giren atmosferik su ve kömüre ait bazı minerallerin kristal suyu da olabilmektedir (Ünalın, 2010).

Kömürde bulunan gaz ise kömür tarafından üretilen ve kömür dışına atılmadığı için mikro gözenekler içinde bulunan veya daha derinden gelerek kömürün gözenek ve çatlakları içine yerleşen gazdır. Kömürün içinde bulunan başlıca gaz metandır. Bunun haricinde  $CO_2$  ve az miktarda diğer gazlara da rastlanabilmektedir (Ünalın, 2010).

Kömürün organik bileşenleri çıplak gözle bakıldığında ayırt edilebilen makroskobik ve mikroskobik bileşenler olarak sınıflandırılabilir. Kömürde bulunan inorganik maddeler ise kömürün içinde bol bulunan, az bulunan ve çok az bulunan mineraller<sup>1</sup> olarak sınıflandırılmakta olup, kömürün içinde bulunan mineral madde miktarı, kömürün kalitesi ile ters orantılıdır (URL-1, 2018).

Kömürler içerdikleri organik maddenin türüne göre hümik ve sapropelik olarak ikiye ayrılmaktadır. Hümik kömür ve sapropelik kömür şu şekilde açıklanabilir (Ünalın, 2010):

---

<sup>1</sup> Kömürün içinde bol bulunan mineral maddeler kuvars, kil mineralleri (kaolinit, illit, montmorillonit, klorit), pirit, kalsit ve siderittir. Kömür jeolojisi açısından önem taşıyan mineraller kükürt, germanyum ve uranyum olarak sıralanabilir.



- Hümik kömürler, bataklıkta bir yığışım oluşturacak şekilde biriken cansız büyük ve küçük boy damarlı bitkilerin önce bakterilerin etkisiyle turbaya dönüşmesi ve sonradan gömülme nedeniyle artan yer sıcaklığının etkisiyle turbanın kömürleşmesi sonucu oluşmaktadır. Genellikle parlak ve bantlı kömür olan hümik kömürler gömülme miktarına göre linyit, alt bitümlü kömür, taşkömürü, yarı antrasit ve antrasit şeklinde sıralanmaktadır.

- Sapropelik kömürler ise deniz, göl, lagün gibi belli bir su derinliği olan havzaların oksijensiz tabanında biriken ve ardından gömülen organik madde taşıyan çamurun, yine yer sıcaklığının etkisi altında kömürleşmesi ile oluşan kömürlerdir. Mat ve bantlı yapıya sahip olmayan bu kömürlerin turba aşaması bulunmamaktadır. Sapropelik kömürlerin yeryüzü yayılım ve rezervi hümik kömürlere kıyasla önemsiz boyuttadır.

#### **1.4. Kömürün Sınıflandırılması**

Kömürler farklı ülkeler tarafından, değişik parametreler dikkate alınarak sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmalar ABD, Almanya, İngiltere gibi sanayileşmiş ve sanayisinde fazla miktarda kömür kullanan ülkeler tarafından yapılmaktadır. Kömür sınıflandırmaları Seyler, İngiliz NCB, Alman Ruhr, Alpern ve ASTM sınıflandırması şeklinde sıralanabilir (Ünalın, 2010).

Kömür katı yakıtlar için kullanılan bir isim olup, yanıcı sedimanter kayaları kapsamaktadır. Kömür antrasit, bitümlü kömür, yarı bitümlü kömür, linyit, turba şeklinde beş ana kategoriye ayrılmaktadır. Öte yandan temel iki sebep yüzünden uluslararası seviyede değişik tip kömürleri sınıflandırmak güçtür. Bu sebepler şu şekilde sıralanabilir (DPT,1991):

- Ulusal ve uluslararası düzeyde kömür kategorileri arasında bölümlenimin sınıflandırma sistemine göre farklılıklar göstermesi (Kalorifik değer, uçucu madde miktarı, sabit karbon, koklaşma özelliği ve en az iki kriterin bileşiminden meydana gelen kombinasyonlara göre de sınıflandırma sistemleri farklılıklar göstermektedir. Bir grupta yer alan kömürün rölatif değeri kül, kükürt, klor, fosfor ve bazı elementlere bağlı olmakla beraber bu faktörler kategoriler arasındaki bölünmeye etki etmemektedir.)

- Mevcut bilgiler ve kimyasal analizler ile kömürün özelliklerinin tam temsil edilmesinin her zaman mümkün olmaması.

Kömürlerin kömürleşme süreci ve yataklanma, kül ve uçucu madde içeriği, nem içeriği, kükürt ve mineral madde içerikleri, sabit karbon miktarı; jeolojik, petrografik, fiziksel, kimyasal ve termik özellikler açısından çeşitlilik göstermesi, birçok ülkede birbirine

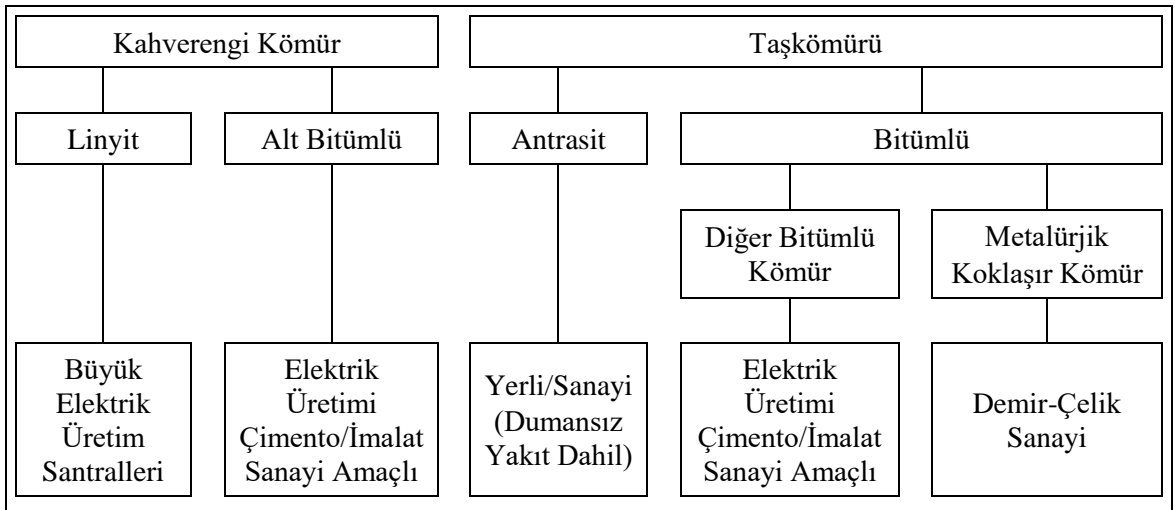
benzer özellikleri ve yakın değerleri temelinde sınıflandırılmalarını zorunlu kılmıştır (TTK, 2018).

İlk olarak 1957 yılında Uluslararası Kömür Kurulu'nca birçok ülkeden temin edilen numunelerde yapılan çalışmaların, Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) tarafından da desteklenmesi sonucu genel bir sınıflama yapılmıştır. Kömür üretimi ve ticaretinde Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)/Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından da kullanılan bu sınıflamada; kalorifik değer, sabit karbon miktarı, uçucu madde içeriği, kekleşme ve koklaşma özellikleri esas alınarak sert (taşkömürü) ve kahverengi (alt-bitümlü ve linyit) kömürler olarak iki ayrı sınıfa ayrılmıştır (TTK, 2018).

Taşkömürü ve kahverengi kömürler IEA/OECD kömür istatistiklerinde 1978 yılından itibaren kömür pazar analizleri ve tahminlerinde alt sınıflara bölünmektedir. Bu sınıflandırmalara göre,

- taşkömürü, koklaşabilir ve koklaşmayan (diğer bitümlü kömürler ve antrasit) kömür,
- kahverengi kömürler ise, alt (yarı) bitümlü kömürler ve linyit şeklinde ikiye ayrılmaktadır.

Farklı ülkeler tarafından farklı sınıflandırmalar yapılmakla birlikte 2005 yılından beri ortak bir dil oluşturmak amacıyla IEA, yayınladığı istatistiki verilerde değişikliğe gitmiş ve 2010 yılında alınan kararlar çerçevesinde 2012 yılında kömürler taşkömürü ve linyit olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre oluşum aşaması ve kullanım alanlarına göre kömürler Şekil 1'deki gibi gösterilebilir.



Şekil 1. Oluşum aşaması ve kullanım alanına göre kömürler (TMMOB, 2015)

Kömürlerde karbon/enerji içeriği ile nem içeriği ters orantılı olup, nem içeriği yüksek-karbon/enerji içeriği düşük kömür kahverengi kömür, nem içeriği düşük-karbon/enerji içeriği yüksek kömür ise taşkömürüdür. Taşkömürü; antrasit ve bitümlü kömürün toplamından<sup>2</sup>, kahverengi kömür ise alt bitümlü kömürler ile linyit kömürün toplamından oluşmaktadır. Bu kömürlerin kullanım alanları aşağıdaki gibi belirtilebilir (BP, 2018; TMMOB, 2015):

- Kömürleşme derecesi yüksek olan en eski kömür biçimi antrasit, genellikle sanayide ve alan ısıtmasında kullanılmaktadır.

- Orta ve yüksek kömürleşme derecesine sahip (alt bitümlü kömürden daha eski olan) bitümlü kömürler ise gazlaştırmanın haricinde sanayide koklaşmada, ısıyı yükseltmede ve özellikle çelik ve alüminyum üretiminde kullanılabilir. Yüksek fırınlarda kullanılan kokun üretilmesine uygun kömürler kokluk kömür (metalürjik) olarak adlandırılmaktadır. Kokluk kömür içermeyen diğer bitümlü kömürler ise daha çok termik kömür olarak adlandırılır.

- Linyitten daha fazla yeraltında zaman geçirmiş olan alt bitümlü kömür esas olarak enerji üretimi için kullanılmaktadır.

- En genç kömür şekli olan linyit de neredeyse yalnızca elektrik enerjisi üretimi için kullanılmaktadır.

Taşkömürü, nemli ve külsüz bazda 24 MJ/kg (5700 kcal/kg) üzerinde kalorifik değere (üst ısı değeri) sahip olan kömür olup, uçucu madde içeriği, kalorifik değer ve koklaşma özelliklerine göre alt sınıflara ayrılmaktadır. Buna göre taşkömürü koklaşma özelliğine göre koklaşabilir (metalürjik) ve koklaşmayan (buhar-termal-steam)<sup>3</sup> kömür şeklinde, koklaşmayan taşkömürleri ise uçucu madde içeriği ve kalorifik değere göre diğer bitümlü kömürler ve antrasit şeklinde sınıflandırılabilir. Koklaşabilir kömür, yüksek fırınlarda kullanılabilir kalitede koklaşma özelliğine sahiptir. Ayrıca şlam, mikst ve düşük kalitede diğer ürünler ise koklaşmayan taşkömürü grubuna dahildir (TTK, 2018; DPT, 2001; DPT, 1991).

Kahverengi kömürler ise, nemli ve külsüz bazda 24 MJ/kg (5700 kcal/kg) altında kalorifik değere sahip olup, toplam nem içeriği ve kalorifik değere göre alt sınıflara ayrılmaktadırlar.

<sup>2</sup> Bazı kaynaklarda bitümlü kömür taşkömürü olarak, taşkömürü ise sert kömür olarak adlandırılmaktadır. Bu kaynaklara göre kömürler kahverengi kömür ve sert kömür olarak ikiye ayrılmaktadır. Sert kömürler ise antrasit ve taşkömürü (bitümlü kömür) olarak sınıflandırılmaktadır (Ünalın, 2010).

<sup>3</sup> Buhar kömürü kavramı, antrasit, diğer bitümlü kömürün yanı sıra alt bitümlü kömür için de kullanılmaktadır. (TMMOB, 2015).

Uluslararası kömür sınıflamasında kabul edilen diğer bir sınıflama işlemi ise, karbon içeriğinin temel değişken olduğu kömürleşme derecesi (kömür rank) sınıflamasıdır. Kömürleşme derecesi yüksek olan (yüksek ranklı) kömürlerde uçucu madde içeriği, kömürleşme derecesi düşük olan (düşük ranklı) kömürlerde ise kalorifik değer baz alınarak sınıflandırılmıştır. Tablo 1'de kömürleşme derecesi sınıflaması ve özellikleri yer almaktadır.

Tablo 1. Çeşitli kömürleşme derecelerinde kömür özellikleri (DPT, 2001)

Kömürleşme Derecesi (Rank)	Uçucu Madde İçeriği % Ağırlık, (Islak-Külsüz)	Karbon İçeriği % Ağırlık, (Islak-Külsüz)	Kalorifik Değer (Btu/Lb, Mineral maddesiz)	Nem İçeriği % Ağırlık
1. Linyit	69-44	76-62	8.300-6.300	52-30
2. Alt bitümlü	52-40	80-71	11.500-8.300	30-12
3. Bitümlü				
a) Yüksek uçuculu-B	50-29	86-76	13.000-10.500	15-2
b) Yüksek uçuculu-C				
c) Yüksek uçuculu-A	49-31	88-78	14.000	5-1
d) Orta uçuculu	31-22	91-86	14.000	5-1
e) Düşük uçuculu	22-14	91-86	14.000	5-1
4. Antrasit	14-2	99-91	14.000	5-1

Tablo 1'de de görüldüğü gibi en genç kömür olan kahverengi kömür sınıflandırmasındaki linyit, nem içeriği ve uçucu madde miktarı en fazla, karbon içeriği ve kalorifik değeri ise en düşük olan kömürdür. Taşkömürlerinde ise nem ve uçucu madde içeriği az olup, karbon içeriği ve kalorifik değer azdır.

Tablo 2'de genel sınıflandırmada yer alan kömürlerin tanıtıcı özellikleri yer almaktadır. Buna göre Tablo 2'de renk, kırılma, doku, ısı değeri, uçucu madde ve renk, sabit karbon içeriği bakımından kömürler ele alınmakta ve sınıflandırılmaktadır.

Genel sınıflandırmalarından yola çıkarak kömürleşme aşamalarına göre kömürler aşağıdaki gibi açıklanabilir (Ünalın, 2010):

Turba; suya doymun bir zemin (bataklık) üzerinde yetişen bitkilerin çürümelerinden sonra birikerek yığın oluşturmaları ve bakteriler tarafından kısmen bozundurulmaları sonucu oluşan bir çökeltidir. Turba, fazla gömülmediği için yer sıcaklığının ve litostatik basıncın etkisi altında kalmamış, katılaşmamış ve henüz kömürleşmemiştir. Turba, açık-koyu kahve,

siyah renkli, çok gözenekli ve su oranı yüksek çökeltidir. Turba, uzun süre gömülme ile hümik kömürlere dönüşmektedir.

Linyit; kömürleşmenin ilk aşamasını temsil eden en düşük ranklı kömürdür. Koklaşmayan bir kömür olan linyitin, uçucu madde oranı da yüksek olup, bu nedenle kendiliğinden kolayca tutuşabilen bir kömürdür. Uçucu madde oranı yüksek olması sebebiyle uzun alevle ve fazla duman yayarak yanan bir kömürdür. Linyit, siyah, koyu kahve veya kahve renkli ve yumuşak bir kömürdür.

Alt bitümlü kömür; kömürleşme derecesi açısından linyitle taşkömürü arasında yer alan kömürdür. Linyit gibi kahverengi kömürler grubunda yer alan bu kömür koyu kahve-siyah renkli olup, siyah linyit adıyla da anılmaktadır. Kendiliğinden tutuşma özelliği gösteren alt bitümlü kömürler, linyite oranla daha düşük su miktarına sahiptir. İçerdikleri su nedeniyle bu kömürler linyit kadar olmasa da havada kurutulduğunda ufalanan yapıdadır. Linyit gibi koklaşmayan kömür grubundadır.

Tablo 2. Genel sınıflandırmada yer alan kömürlerin tanıtıcı özellikleri (DPT, 2001)

Kahverengi Kömürler		Taşkömürü	
Linyit	Alt Bitümlü	Bitümlü	Antrasit
Kahverengi	Siyah	Koyu siyah	Parlak siyah
Kırılgan, çabuk toz halinde ufalanma	Oksidasyonla veya kurutma sonucunda ince parçalar ve toz halinde ufalanma	Blok şeklinde kırılma	Merceksi kırılma
Masif, odunsu veya üniform kilsisi doku	Masif	Bantlı ve kompakt	Sert ve dayanıklı
Isıl Değeri, 4.610 kcal/kg'ın altında	Isıl Değer, 4.610-6.390 kcal/kg arasında	Isıl Değer, 5.390-7.700 kcal/kg arasında	Isıl Değer: 7.000 kcal/kg'ın üstünde
Uçucu madde miktarı ve nem içeriği yüksek	Uçucu madde ve nem içerikleri bitümlü kömürlerden daha yüksek	Uçucu madde miktarı ve nem içeriği düşük	Uçucu madde miktarı ve nem içeriği düşük
Düşük sabit karbon içeriği	Sabit karbon içeriği bitümlü kömürlerden düşük	Sabit karbon içeriği yüksek	Sabit karbon içeriği yüksek

Bitümlü kömür; kömürleşme derecesi, alt bitümlü kömürden yüksek olan kömürdür. Taşkömürü olarak da adlandırılmaktadır. Koyu gri-siyah renkli sert, bantlı yapıya sahip bir kömürdür. Hava ile uzun süre temas etse de düşük ranklı kahverengi kömürler gibi

ufalanmazlar. Nem ve uçucu madde oranı kahverengi kömürlerden düşüktür. Bunun yanı sıra uçucu madde yüzdesine bağlı olarak, yüksek-orta-düşük uçuculu kömürler olarak gruplandırılabilirler. Bitümlü kömürler koklaşabilir (cooking coal) ve koklaşmayan türlere (buhar kömürü-steam coal) sahiptir. Buhar kömürleri termik santrallerde kullanılmaya elverişlidir.

Antrasit; bir sedimanter havzada gömülmeye bağlı kömürleşmenin en son aşamasıdır. Karbon miktarı çok yüksek, nem oranı düşük, çok sert, koklaşmayan, parlak, siyah renkli bir kömürdür. Yavaş ve duman yaymaksızın yanan bir kömür olan antrasit, demir-çelik, cam ve kimya sanayinde kullanılmaktadır. Kömürleşme derecesine göre taşkömürü ve antrasit arasında yarı-antrasit kömürler yer almaktadır.

Kömürleşme dereceleri dikkate alındığında genç kömürlerin, oksijen ve nem içeriklerinin yüksek olması nedeniyle ısı değerlerinin düşük olduğu söylenebilir. Ancak gerek rezervlerinin fazla gerekse fiyatlarının düşük olması yaygın kullanılmalarına imkân tanımaktadır (Ersoy Meriçboyu vd., 1998).

Kok; kül ve kükürt oranı düşük taşkömürünün oksijensiz ortamda, yaklaşık 1000 °C'de damıtılarak uçucu maddelerden arındırılması sonucu elde edilen koyu gri renkli, sert, gözenekli ve karbon oranı yüksek kömüre denilmektedir. Demir-çelik sanayiinde kullanılmaktadır.

Odun kömürü; taşkömürünün damıtılması sonucu oluşan kok gibi damıtmayla oluşan kömürdür. Siyah renkli ve gözenekli odun kömürü, odunun havasız ortamda 400-700 °C sıcaklıklarda ısıtılması sonucu elde edilmektedir.

Asfaltit; ham petrolün jeolojik zaman içinde oksitlenmesi ve uçucu maddelerini kaybederek katılaşması sonucu oluşan, sert, siyah renkli bir çeşit bitümdür.

Bitümlü şist; önemli miktarda sapropelik kerojen kapsayan, ince taneli, laminalı bir sedimanter kayadır. Kömür gibi termik santrallerde kullanılabilir. Kömür gibi termik santrallerde kullanılabilir.

## 1.5. Dünyada Kömür

Dünya toplam birincil enerji arzında ilk sırada petrol yer almaktadır. Petrolden sonra ikinci sırada tüketim için kömür arz edilmektedir. IEA (2018b) verilerine göre 2016 yılında toplam yakıt arzında ilk sırada yer alan petrolün payı %31,9'dur. Daha sonra %27,1 ile kömür, %21,1 ile doğalgaz birincil enerji arz sıralanmasında yer almaktadır. Kömürün toplam birincil enerji arzı sıralamasındaki payı 1973 yılında %24,5 iken, payı yıllar itibariyle

artış göstermektedir. Buna göre kömürün enerji üretiminde kullanılan önemli bir kaynak olduğu belirtilebilir. Kömürün rezerv durumu, rezerv ömrü, enerji kaynağı olarak tercih edilme (tüketim) durumu incelenerek birincil enerji kaynağı olarak durumu ortaya konulabilir.

### 1.5.1. Rezerv Durumu

Dünya Enerji Konseyi'nin araştırmalarına göre; dünya kanıtlanmış işletilebilir kömür rezervi toplam 891 milyar ton büyüklüğündedir. Dünya toplam rezervinin yaklaşık 1,03 trilyon olduğu tahmin edilmektedir. Dünya kanıtlanmış işletilebilir kömür rezervinin; 201 milyar tonu linyit, 287 milyar tonu alt bitümlü kömür ve 403 milyar tonu ise antrasit ve bitümlü kömür kategorisindedir. Buna göre söz konusu rezervin, %23'ü linyit, %32'si alt bitümlü kömür, %45'i ise antrasit ve bitümlü kömürdür (BP, 2018; TKİ, 2018b).

Tablo 3'te kömür rezervine sahip olan ülkelerden bazıları (kömür rezervi çok olan ülkeler) ve bu ülkelerde bulunan rezerv miktarları yer almaktadır.

Tablo 3. Dünyada en fazla kömür rezervine sahip ülkeler ve rezerv durumları (BP, 2018)

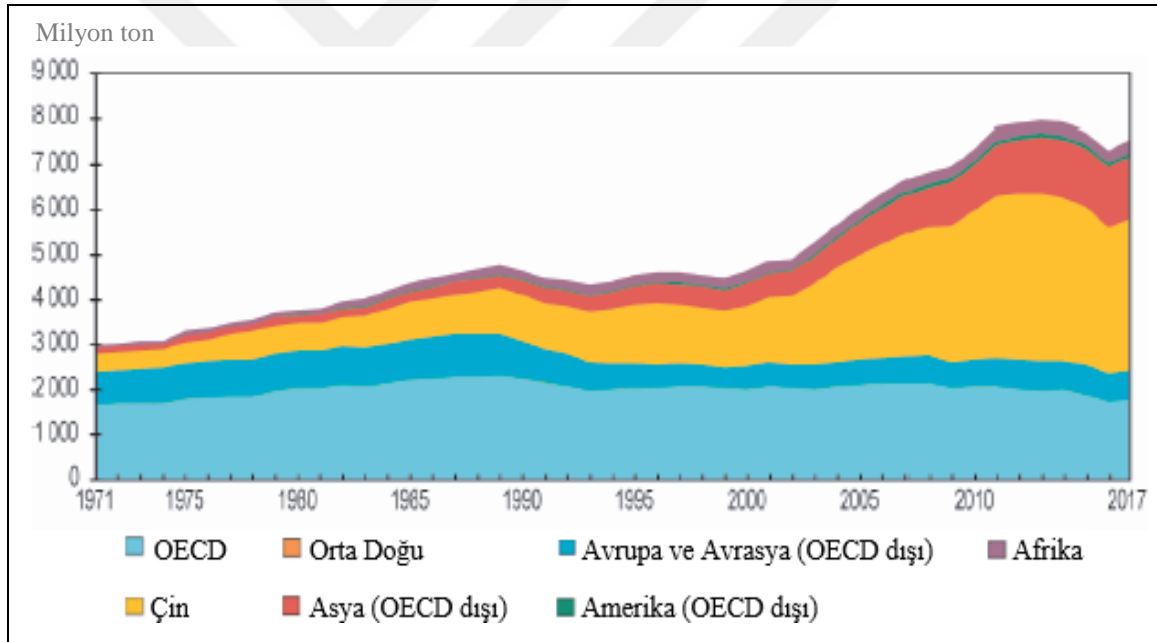
	Taşkömürü (milyon ton)	Kahverengi kömür (milyon ton)	Toplam (milyon ton)	Yüzde
ABD	220.800	30.116	250.916	24,2
Rusya	69.634	90.730	160.364	15,5
Avustralya	68.310	76.508	144.818	14,0
Çin	130.851	7.968	138.819	13,4
Hindistan	92.786	4.942	97.728	9,4
Diğer	135.929	106.438	242.367	23,5
Dünya Toplamı	718.310	316.702	1.035.012	100,0

2017 dönem sonu itibariyle dünya görünür kömür rezervlerinin %67'sinin ABD, Rusya, Avustralya ve Çin olarak sıralayabileceğimiz dört ülkede bulunduğu görülmektedir. En fazla rezerve %24,2 payla ABD sahiptir. Bunu Rusya, Avustralya ve Çin izlemektedir. Hindistan dünya kömür rezervinin %9,4'üne sahiptir. Dünya kömür rezervine sahip ülkeler sıralamasında daha sonra Almanya, Ukrayna, Polonya, Kazakistan, Türkiye ve Güney

Afrika yer almaktadır. Dünyada kömür rezervine sahip diğer ülkelerin rezerv payları %1'in altındadır (BP, 2018).

### 1.5.2. Kömür Üretimi

Kömür üretimi değerleri ele alındığında ülkelerin sanayileşmesinin de önemli olduğu söylenebilir. 1971-2017 döneminde dünyada kömür üretimi bölgeler itibariyle Şekil 2'de gösterilmektedir. Buna göre OECD ülkelerinin kömür üretiminin dönem süresince yaklaşık olarak sabit olduğu, Çin'in kömür üretiminin 1995 yılından sonra artış gösterdiği, 2017 yılında ise Çin'in OECD ülkelerinden daha fazla kömür ürettiği görülmektedir. Özellikle 2005 yılına kadar kömür üretimi en fazla OECD ülkelerinde gerçekleşmiştir.



\* OECD üyesi olmayan Asya ülkeler sınıflandırmasında Çin yer almamaktadır.

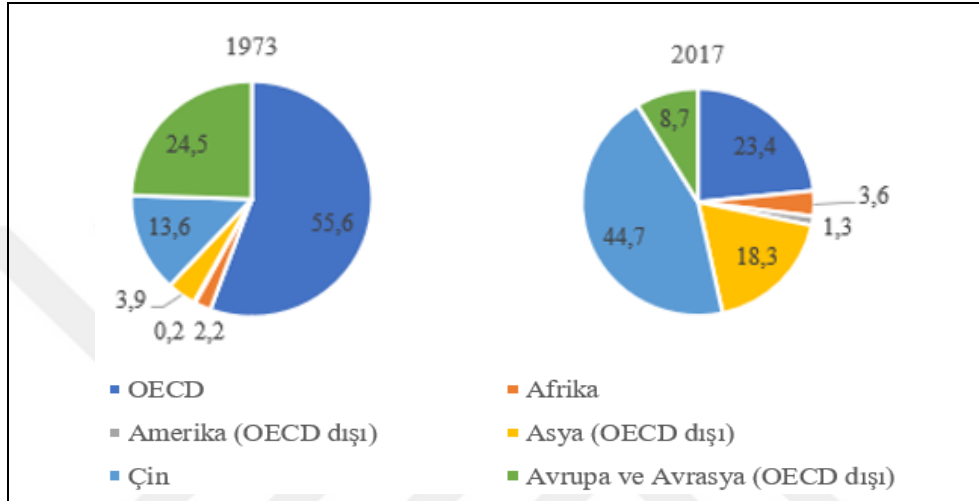
Şekil 2. Bölgeler itibariyle dünyada kömür üretimi (IEA, 2018b)

Çin'in ve OECD üyesi olmayan Asya ülkelerinin kömür üretim miktarları 1973'ten 2017'ye kadar önemli ölçüde artış göstermektedir. Dünya kömür üretiminde, ülkelerin sahip oldukları payları gösteren analiz sonuçları Şekil 3'te yer almaktadır.

Buna göre dünya kömür üretimi 1973 yılında 3.074 milyon ton iken 2017 yılında 7.549 milyon tona ulaşmıştır. Kömür üretiminde söz konusu olan artışa karşın, Şekil 3'e göre OECD ülkelerinin kömür üretimindeki payı 46 yılda %55,6'dan %23,4'e düşerek yaklaşık



%50'den fazla azalmıştır. Benzer şekilde OECD üyesi olmayan Avrupa ve Avrasya ülkelerinin de dünya kömür üretimindeki payı dönemde önemli ölçüde azalmış ve %8,7'ye düşmüştür. Buna karşın Çin'in ve OECD üyesi olmayan Asya ülkelerinin kömür üretimindeki payı artmıştır. Çin'in üretim payı %13,6 iken %44,7, OECD üyesi olmayan Asya ülkelerinin ise %3,9 iken artarak %18,3 olmuştur.



\* OECD üyesi olmayan Asya ülkeler sınıflandırmasında Çin yer almamaktadır.

Şekil 3. Kömür üretiminde bölgesel paylar (%) (IEA, 2018b)

Kömür üretiminde ülkelerin bölgesel payları ele alındıktan sonra, kömür üretiminde önde yer alan 10 ülke temelinde kömür üretiminde ilgili ülkelerin kömür üretim miktarları ve payları 2015, 2016 ve 2017 yılı için Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Temel kömür üreticileri (IEA, 2018a)

Ülke	2015		2016		2017	
	Milyon ton	%	Milyon ton	%	Milyon ton	%
Çin	3563,2	46,09	3268,2	44,62	3376,1	44,72
Hindistan	683,1	8,83	711,7	9,72	729,8	9,67
ABD	813,7	10,53	660,8	9,03	702,3	9,30
Avustralya	512,4	6,62	500,3	6,83	501,1	6,64
Endonezya	454,8	5,89	463,5	6,34	487,6	6,46
Rusya	351,7	4,55	366,3	5,00	387,2	5,13
Güney Afrika	255,4	3,30	255,3	3,48	257,1	3,40
Almanya	184,7	2,39	175,6	2,40	175,1	2,32
Polonya	135,8	1,76	131,0	1,79	127,0	1,68
Kazakistan	107,3	1,38	103,1	1,41	106,0	1,40
Diğer	668,9	8,65	688,4	9,39	699,5	9,27
<b>DÜNYA</b>	<b>7731,0</b>	<b>100,00</b>	<b>7324,2</b>	<b>100,00</b>	<b>7548,8</b>	<b>100,00</b>

Dünya kömür üretimi 2015 yılında 7.731 milyon ton, 2016 yılında 7.324,2 milyon ton 2017 yılında ise 7.548,8 milyon olarak gerçekleşmiştir. Tablo 4'e göre kömür üretiminde önceki analizlerde de görüldüğü üzere, Çin dünya toplam kömür üretiminin yaklaşık %45'ine sahiptir. Çin'i 2015 yılında Amerika Birleşik Devletleri (ABD), 2016 ve 2017 yılında ise Hindistan izlemektedir. Kömür üretimi sıralamasında yer alan diğer ülkeler sırasıyla Avustralya, Endonezya, Rusya, Güney Afrika, Almanya, Polonya, Kazakistan olarak sıralanabilir.

Dünya kömür üretiminde kömür sınıflarının üretim miktarları ve üretim payları Tablo 5 verileri ile incelenebilir.

Tablo 5. Dünya toplam kömür üretimi (IEA, 2018a)

	2015		2016		2017	
	milyon ton	%	milyon ton	%	milyon ton	%
Diğer bitümlü kömürler ve antrasit	5819,7	75,3	5463,4	74,6	5677,9	75,2
Koklaşabilir kömür	1087,6	14,1	1040,1	14,2	1039,9	13,8
Linyit	823,7	10,7	820,7	11,2	831,0	11,0
Toplam Kömür	7731,0	100	7324,2	100	7548,8	100
Turba Kömür	10,1		9,8		-	
Bitümlü şist	20,0		16,2		-	

\* 2017 yılı için turba kömür ve bitümlü şistte derlenmemiş bilgiye sahiptir.

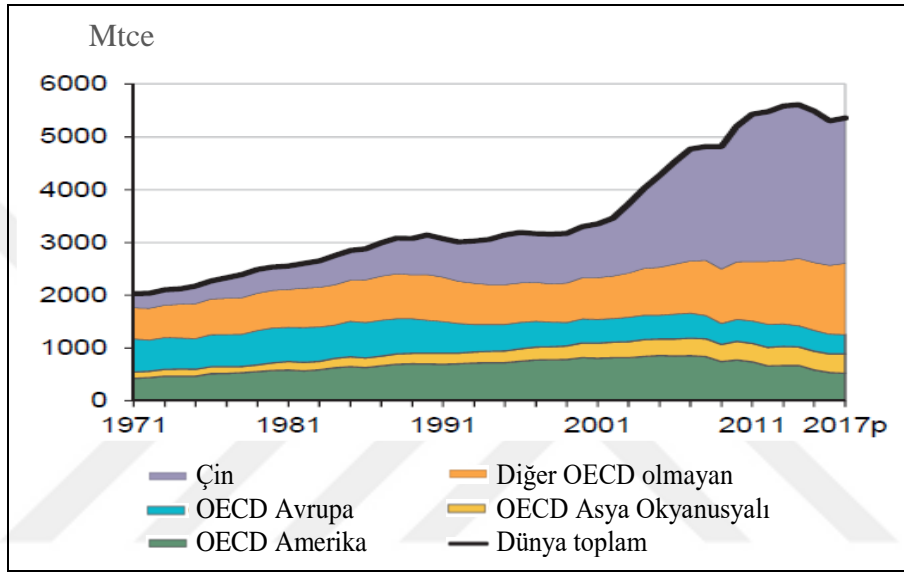
Kömür üretimi ve ticaretinde IEA raporlarında belirtilen sınıflandırmalar; diğer bitümlü kömürler ve antrasit (termal/buhar kömürü) kömürü, koklaşabilir (coking) kömür ve linyit (lignite) olarak yer almaktadır (IEA,2018a; TTK,2010; TTK, 2018). 7.548,8 milyon ton kömür üretiminin meydana geldiği 2017 yılında, bu üretimin 5.677,9 milyon tonu diğer bitümlü kömürler ve antrasit, 1.039,9 milyon tonu koklaşabilir kömür ve 831 milyon tonu linyit üretimidir. 2015-2017 döneminde dünya kömür üretiminin yaklaşık %75'lik kısmı "diğer bitümlü kömürler ve antrasit" olarak adlandırılan koklaşmayan taşkömürüne aittir.

### 1.5.3. Kömür Tüketimi

Dünya enerji tüketiminde kullanılan doğal kaynaklar arasında ilk üç sırada petrol, doğalgaz ve kömür gelmektedir. Toplam nihai tüketimde 2016 yılında petrol ve doğalgazın

payı sırasıyla %40,9 ve %15,1 iken kömürün payı %10,8'dir. Toplam tüketimde kaynak ayırt etmeksizin bölgelerin payı ele alındığında ise OECD (%38,3) ve Çin'in (%20,7) en çok tüketimin gerçekleştiği yerler olduğu söylenebilir (IEA, 2018b).

Elektrik ve ticari ısı üretimi için önemli ölçüde kullanılması nedeniyle kömür tüketimi, yıllar itibariyle artış göstermektedir. Dünya kömür tüketimi verilerinin yer aldığı Şekil 4'te de gözlemlendiği gibi kömür tüketimi Çin'de özellikle 2000'li yıllarda çok artış göstermiştir.



Şekil 4. Dünya kömür tüketimi (IEA, 2018a)

Çelik üretimi ve çimento üretimi büyük oranda kömüre bağımlı endüstrilerdir ve bu endüstrilerde Çin, dünyanın en büyük üreticisidir (IEA, 2018a). Bu durum iki yönlü olarak kömür tüketiminin ve çelik-çimento üretiminin Çin'deki büyüklüğünü göstermektedir. Tüm kömür sınıfları endüstride farklı amaçlarla kullanılabilir (1971-2016 dönemini kapsayan analizle sektörlerin kömür tüketimi için Bkz. Ek Şekil 1.). Kömür tüketiminde sektörlerin sahip olduğu payın gösterildiği Tablo 6'ya göre de demir-çelik sanayi tüm dünya kömür tüketiminde en fazla paya sahiptir.

Demir çelik sanayi 1973 yılından beri kömür kullanımının en yoğun olduğu sektördür. 2016 yılında kömür tüketiminin %28,5'i demir-çelik sanayiinde, %21,4'ü metal olmayan mineraller sanayiinde, %11,5'i ise kimyasal ve petrokimyasal sanayiide meydana gelmektedir. Kömürün elektrik üretiminde de önemli bir yeri bulunmaktadır. Kömür, elektrik üretiminde ve endüstriyel ısıtmada birincil enerji kaynağı olarak kullanılmaya devam etmektedir (TTK, 2018).

Tablo 6. Sektörlerin kömür tüketim payları (IEA, 2018b)

	1973 (%)	2016 (%)
Demir ve çelik	17,5	28,5
Metalik olmayan mineraller	4,5	21,4
Kimyasal ve petrokimya	3,8	11,5
Diğer sanayi	10,6	10,7
Diğer	23,4	10,7
Yerleşim	19,6	7,0
Enerji dışı kullanım	1,0	5,4
Ticari tarım ve balıkçılık	14,6	4,8
Nakliye	5,0	0,0

Elektrik üretiminde kaynak olarak kullanılan kömür, doğalgaz, hidro ve nükleer kaynaklar, hidro enerji dışı yenilenebilir kaynaklar ve atıklar ile petrolün üretimdeki payı ele alınabilir. Bunun için 1973 ve 2016 yıllarında söz konusu kaynakların elektrik üretimindeki payı Tablo 7’de verilmiş olup, elektrik üretimi, pompalı depodan elektrik üretimi hariç olarak ele alınmıştır. Tablo 7’de yer alan hidro enerji dışı yenilenebilir kaynaklar ve atıklar jeotermal, güneş, rüzgâr, gelgit/dalga/okyanus, biyoyakıtlar, ısı ve diğerlerini içermektedir. Tabloda turba ve yağlı şeyl kömürle toplu olarak verilmiştir.

Tablo 7. Elektrik üretiminde kaynakların payları (%) (IEA, 2018b)

	1973	2016
Kömür	38,3	38,4
Doğalgaz	12,1	23,2
Hidro	20,9	16,3
Nükleer	3,3	10,4
Hidro olmayan yenilenebilir enerji kaynakları	0,6	8,0
Petrol	24,8	3,7
<b>TOPLAM</b>	<b>6.131 TWh</b>	<b>24.973 TWh</b>

Tablo 7’de görüldüğü gibi gerek 1973 ve gerekse 2016 yılında elektrik üretiminde en fazla paya sahip olan kaynak kömürdür. Kömürün elektrik üretimindeki payı belirtilen

süreçte değişmemiş olup, yaklaşık %38'dir. Kömür dışındaki kaynakların elektrik üretiminde kullanım oranlarında değişiklik bulunmaktadır. Örneğin doğalgazın elektrik üretiminde kaynak olarak kullanım payı 1973 yılında %12 iken, 2016 yılında artarak, %23'lük kullanım oranı ile ikinci sırada kullanılan kaynak durumuna gelmiştir. Petrol için ise tersi durum söz konusudur. 1973 yılında elektrik üretiminde %24,8'lik pay ile kömürden sonra ikinci sırada kullanılan petrol, 2016 yılında %3,7 kullanım oranına sahiptir (IEA, 2018b).

Buhar kömürü, koklaşabilir kömür ve linyit kömürünün dünyada 2017 yılındaki tüketimi sırasıyla 5766,8-997,9-820,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Ülkelerin kömür tüketimi kömür sınıfları itibariyle ele alındığında, buhar kömürü ve koklaşabilir kömür tüketimini 2017 yılında en fazla Çin, linyit tüketimini ise Almanya gerçekleştirmektedir. Çin 2017 yılında dünya buhar kömürü tüketiminin %52,8'ini, koklaşabilir kömür tüketiminin ise %60,9'unu gerçekleştirmektedir. Almanya ise dünya linyit tüketiminin %20,9'unu gerçekleştirmektedir. Buhar kömürü tüketiminde ikinci sırada Hindistan, üçüncü sırada ise ABD gelmektedir. Linyit tüketiminde ise Türkiye ikinci sırada, Rusya üçüncü sırada yer almaktadır. Almanya'nın linyit tüketimi 2017 yılında 171,4 milyon ton iken Türkiye 71,7 milyon ton linyit tüketimi gerçekleştirmiştir (IEA, 2018a)

#### **1.5.4. Kömür Ticareti**

Üretilen kömürün küresel bazda ticareti söz konusudur. Temel kömür ihracatçısı ve ithalatçısı ülkeler ile ihracat ve ithalat rakamları sırasıyla Tablo 8 ve Tablo 9'da verilmiştir<sup>4</sup>. Kömür ihracat rakamlarına göre dünya genelinde kömür ihracatı 2017 yılında 1.370,3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bir önceki yıla göre dünya kömür ihracatı 2016 yılında %1,7, 2017 yılında ise %3,3 oranında artmıştır.

En yüksek kömür ihracatı yapan ülke 2015 ve 2016 yılında Avustralya iken 2017 yılında en yüksek kömür ihracatını Endonezya (390,6 milyon ton) gerçekleştirmiştir. Avustralya ve Hollanda'nın kömür ihracat rakamları son iki yılda azalmıştır. ABD'nin kömür ihracatı 2016 yılında %18,5 azalmasına karşın, 2017 yılında %60,9 artış göstermiştir.

<sup>4</sup> Tablo 8, Tablo 9 ve Tablo 10'da yer alan 2017 yılının geçici yıl olduğu ilgili kaynaklarda belirtilmektedir.

Tablo 8. Temel kömür ihracatçıları (milyon ton) (IEA, 2018a)

	2015	2016	2017
Endonezya	368,0	372,9	390,6
Avustralya	392,3	389,3	378,9
Rusya	155,2	171,1	189,7
Amerika	67,1	54,7	88,0
Kolombiya	72,8	83,3	86,1
Güney Afrika	75,8	69,9	71,0
Moğolistan	14,7	24,1	33,4
Kanada	30,5	30,3	31,1
Kazakistan	31,2	26,0	27,1
Hollanda	36,6	34,6	24,4
Diğer	60,8	70,7	50,0
<b>Dünya Toplam</b>	<b>1305,0</b>	<b>1326,9</b>	<b>1370,3</b>

Kömür ithalat rakamları Tablo 9’da görülmektedir. Dünya genelinde kömür ithalatı 2017 yılında 1.386,9 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Dünya kömür ithalatı bir önceki yıla göre 2016 yılında %1,0, 2017 yılında ise %5,2 oranında artmıştır. En fazla kömür ithal eden ülkeler sırasıyla Çin, Hindistan ve Japonya’dır.

Tablo 9. Temel kömür ithalatçıları (milyon ton) (IEA, 2018a)

	2015	2016	2017
Çin	204,1	255,6	271,1
Hindistan	212,1	193,6	208,3
Japonya	189,3	186,0	187,5
Kore	134,0	134,5	148,2
Tayvan	64,8	65,6	67,6
Almanya	54,5	57,8	48,0
Hollanda	57,1	49,5	40,3
Türkiye	34,0	36,2	38,3
Malezya	25,5	27,2	31,5
Rusya	24,1	24,0	29,0
Diğer	305,9	288,3	317,1
<b>Dünya Toplam</b>	<b>1305,4</b>	<b>1318,3</b>	<b>1386,9</b>

Çin'in kömür üretiminde sahip olduğu önemli paya karşın kömür ithalatında da ilk sırada olması buhar kömürü ve koklaşabilir kömür tüketimi açısından dünyada ilk sırada (IEA, 2018a) yer alması ile bağlantılıdır. Türkiye'nin kömür ithalatı 2016'da %6,5, 2017'de ise 5,8 artış göstermiştir.

Uluslararası kömür ticaretine ilişkin verilen ülke bazlı bilgilerin yanı sıra kömür türlerinin ticaret rakamları da incelenmelidir. Bunun için kömür türleri itibariyle kömür ticaret rakamları Tablo 10'da verilmiştir.

Kömür türlerinin toplam ihracatı 2017 yılında 2016'ya göre %3,3 artarak 1370,3 milyon ton olmuştur. Buhar kömürünün ihracatı 26,2 milyon ton (%2,6), koklaşabilir kömür ihracatı 14 milyon ton (%4,5), linyit ihracatı ise 3,3 milyon ton (%33,3) artış göstermiştir.

Tablo 10. Dünya kömür ticareti (milyon ton) (IEA, 2018a)

	2015	2016	2017
<b>Buhar kömürü ihracatı</b>	990,2	1003,7	1029,9
<b>Buhar kömürü ithalatı</b>	1038,9	1034,4	1087,8
<b>Koklaşabilir kömür ihracatı</b>	305,3	313,2	327,2
<b>Koklaşabilir kömür ithalatı</b>	261,3	278,7	294,0
<b>Linyit ihracatı</b>	9,5	9,9	13,2
<b>Linyit ithalatı</b>	5,2	5,2	5,1
<b>Toplam ihracat</b>	1305,0	1326,9	1370,3
<b>Toplam ithalat</b>	1305,4	1318,3	1386,9

İthalat rakamları ele alındığında ise ihracata göre ithalatta daha fazla artışın meydana geldiği, sadece linyit ithalatının 2017 yılında azaldığı görülmektedir. Buna göre, toplam kömür ithalatı 68,6 milyon ton (%5,2), buhar kömürü ithalatı 53,4 milyon ton (%5,2), koklaşabilir kömür ithalatı ise 15,3 milyon ton (%5,5) artış göstermiştir.

## 1.6. Türkiye'de Kömür

Türkiye'deki kömür rezervleri temel olarak taşkömürü ve linyit olarak sınıflandırılabilir. Türkiye, kömür rezervi, üretim payı, tüketim özellikleri dikkate alındığında linyit açısından önceliğe sahip bir ülkedir. Türkiye'de kömürler, rezerv durumu,

üretim, tüketim ve ticareti esas alınarak incelendiğinde söz konusu durumu gözlemlemek mümkün olmaktadır.

### 1.6.1. Rezerv Durumu

Türkiye, dünya ölçeğinde gerek rezerv gerekse üretim miktarı bakımından linyitte orta düzeyde, taşkömüründe (antrasit) ise alt düzeyde yer almaktadır. Türkiye kömür rezervlerinin dünya ölçeğindeki durumu Tablo 11’de gösterilmektedir.

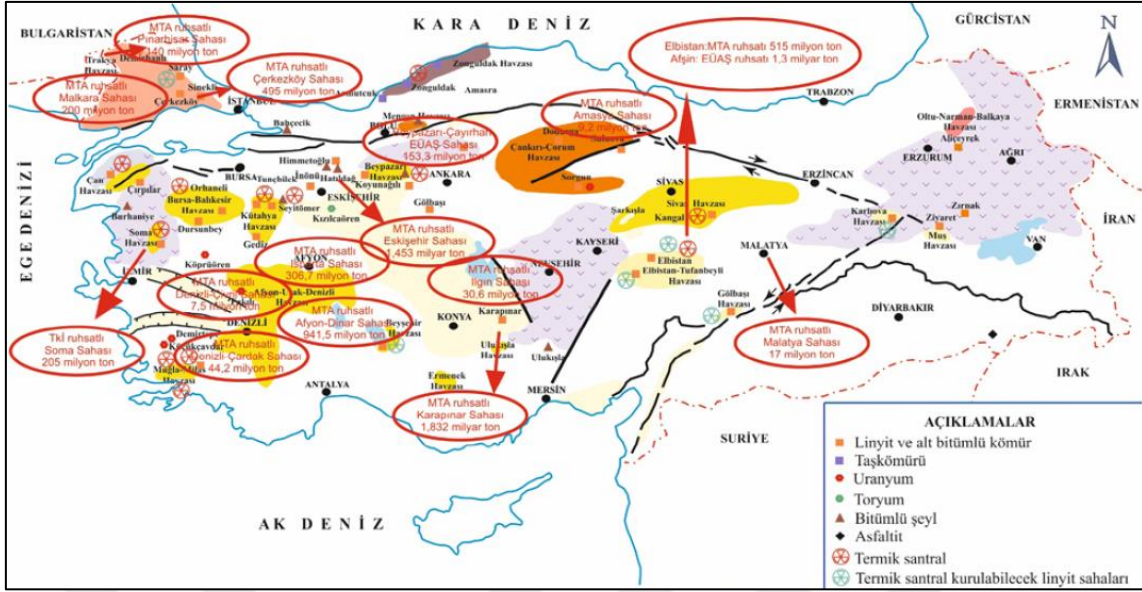
Tablo 11. Türkiye kömür rezervlerinin dünya rezervleri içerisindeki payı (%) (TKİ, 2017; TKİ, 2018a)

	Linyit	Kahverengi kömür	Tüm kömürler
2016	7,8	3,2	1,9
2017	8,7	3,6	2,1

Tablo 11’deki verileri itibariyle dünya linyit rezervinin %8,7’si, kahverengi kömür (liniyit ve alt bitümlü kömür) rezervinin %3,6’sı ve tüm kömürler itibariyle dünya rezervinin %2,1’i Türkiye’de yer almaktadır. Türkiye’deki linyit-alt bitümlü kömürler, taşkömürü ve asfaltit sahaları ile rezerv durumları Şekil 5’te verilmiştir.

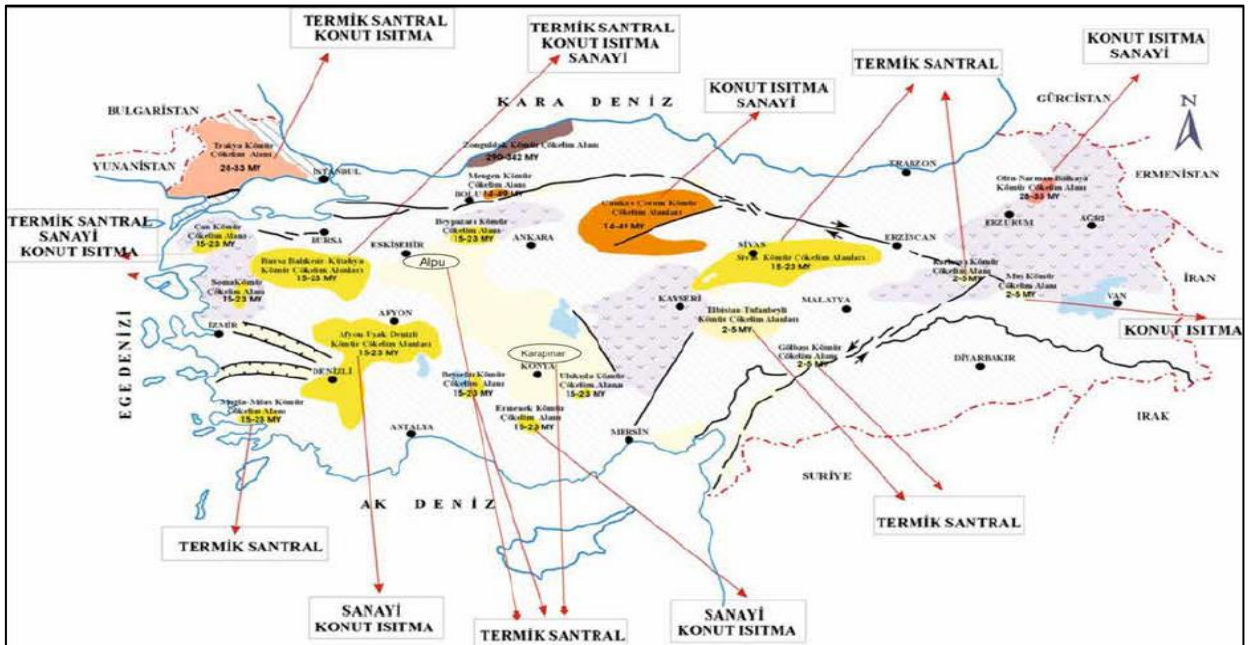
Linyit/alt bitümlü kömür sahaları Türkiye geneline yayılmıştır. Türkiye linyit kaynağının yaklaşık %29,5’i Afşin-Elbistan havzasında, %10,5’i Konya-Karapınar’da, %8,3’ü Eskişehir-Alpu’da, %5,4’ü Afyon-Dinar’da, %4,9’u Manisa-Soma’da ve %4,3’ü Muğla-Milas’ta yer almaktadır. Sahalardaki linyit/alt bitümlü kömürün ısı değerleri 1000-5000 kcal/kg arasında değişmektedir. Toplam kahverengi kömür rezervinin yaklaşık %68’i düşük kalorili olup %23,5’i 2000-3000 kcal/kg arasında, %5,1’i 3000-4000 kcal/kg arasında, %3,4’ü 4000 kcal/kg üzerinde ısı değerine sahiptir. (TKİ, 2018a)





Şekil 5. Türkiye linyit-taşkömürü sahaları ve rezervler (MTA, 2018)

Türkiye’de yer alan önemli kömür sahaları ve bu sahalarda üretilen kömürlerin kullanım alanlarını gösteren harita Şekil 6’da verilmiştir. Kömürlerin çoğu termik santral ve konut ısıtma amaçlı kullanılmaktadır.



Şekil 6. Türkiye’deki önemli kömür sahaları ve potansiyel kullanım alanları (MTA, 2018)

Türkiye'deki önemli linyit sahaları ve kaynakların rezerv miktarı Tablo 12'de verilmiştir. Türkiye'de 2017 itibarıyla bulunan 17.270 milyon ton linyit kömürü kaynağının 2.130 milyon tonu (%12'si) Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'na ait ruhsatlı sahalarda bulunmakta, linyit kaynağının %88'lik ruhsat payı ise Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ), Maden Tetkik Arama (MTA) ve özel sektör toplamına aittir (TKİ, 2018a). Söz konusu linyit kaynaklarının %60,5'i EÜAŞ'a aittir.

Tablo 12. Türkiye'deki linyit rezervleri (TKİ, 2018a)

Saha/Havza Adı	Kaynak Miktarı (milyon ton)
Afşin-Elbistan (MTA)	515
Tekirdağ-Çerkezköy	574
Tekirdağ-Malkara	618
Muğla-Milas	750
Manisa-Soma	861
Afyon-Dinar-Dombayova	941
Eskişehir (Alpu)	1.453
Konya-Karapınar	1.832
Afşin-Elbistan	4.642
Diğer Sahalar Toplam	5.080
<b>TOPLAM KAYNAK</b>	<b>17.270</b>

Türkiye'nin en büyük linyit kaynağı Afşin-Elbistan Havzası'nda bulunmaktadır. Bu saha ülkemiz linyit rezervinin yaklaşık %29,5'ünü oluşturmaktadır. Ayrıca Konya-Karapınar, Karaman-Ayrancı, Eskişehir-Alpu, Afyonkarahisar-Dinar, Tekirdağ-Malkara, Tekirdağ-Çerkezköy, Ankara-Çayırhan önemli linyit kaynaklarına sahip havzalar olarak sıralanabilir (EÜAŞ, 2018). MTA'nın elindeki rezervler; Isparta Şarkikaraağaç, Denizli Çivril ve Denizli Şarkikaraağaç'ta bulunmaktadır (TKİ, 2018b)

TKİ'ye bağlı Ege Linyitleri İşletmesi, Garp Linyitleri İşletmesi, Çan Linyitleri İşletmesi<sup>5</sup>, kontrol müdürlükleri, termik santral ihaleli rödovanslı sahalarda bünyesinde sahip olunan rezervler Tablo 13'te verilmektedir. TKİ kaynak kömür miktarları içerisinde; 18,5 milyon ton bitümlü şeyl ve 70 milyon ton asfaltit rezervi de bulunmaktadır (TKİ, 2018b).

<sup>5</sup> TKİ'ye bağlı İşletme Müdürlükleri 2001-2017 dönemi için Ek Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 13. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'nun linyit rezervleri (ton) (TKİ,2018a)

	<b>Hazır</b>	<b>Görünür</b>	<b>Muhtemel</b>	<b>Mümkün</b>	<b>TOPLAM</b>
<b>ELİ</b>	2.981.000	477.536.000	-	-	480.517.000
<b>GLİ</b>	-	210.321.000	-	-	210.321.000
<b>ÇLİ</b>	1.000.000	65.318.000	-	-	66.318.000
<b>Kontrol Müdürlükleri</b>	-	392.782.000	146.559.000	-	539.341.000
<b>Rödovanslı Sahalar</b>	-	749.622.000	46.945.000	1.560.000	798.127.000
<b>Diğer</b>	-	26.229.000	11.999.000	-	38.228.000
<b>Toplam</b>	3.981.000	1.921.808 .000	205.503.000	1.560.000	<b>2.132.852.000</b>

Türkiye’de en önemli taşkömürü rezervleri Zonguldak Havzası’nda bulunmaktadır. Türkiye’deki yaklaşık olarak bütün taşkömürü rezervleri, Türkiye'deki ana taşkömürü üreticisi olan devlete ait Türkiye Taşkömürü Kurumu'na aittir. Madencilik TTK'nın yanısıra rödovans usulü ile çalışan özel sektör firmalarınca gerçekleştirilmektedir. Havzanın jeolojik yapısı madenciliği ve mekanize sistemler ile üretimi zorlaştırmaktadır<sup>6</sup>. Havzadaki taşkömürü rezervleri 1,5 milyar tondur. Bu rezervin yaklaşık %50'si görünür rezerve sahiptir. Havza kömürlerinin kalorifik değeri 6.200 - 7.250 kcal/kg arasında değişmektedir (TTK, 2018; IEA, 2018c).

Zonguldak havzasındaki kömür ocaklarının yer aldığı bölgeler itibariyle taşkömürü rezervlerinin 2017 yılı için dağılımı Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. Türkiye’deki taşkömürü rezervleri (ton) (TTK, 2018)

<b>REZERV</b>	<b>Hazır</b>	<b>Görünür</b>	<b>Muhtemel</b>	<b>Mümkün</b>	<b>TOPLAM</b>
<b>Armutçuk</b>	1.909.048	6.174.821	15.859.636	7.883.164	31.826.669
<b>Kozlu</b>	3.320.811	63.052.937	40.539.000	47.975.000	154.887.748
<b>Üzülmüş</b>	382.384	133.756.420	94.342.000	74.020.000	302.500.804
<b>Karadon</b>	1.848.519	130.855.192	159.162.000	117.034.000	408.899.711
<b>Amasra (A)</b>	440.000	4.159.659	3.693.649	7.758.000	16.051.308
<b>Amasra (B)</b>	-	395.954.757	151.161.950	58.812.778	605.929.485
<b>TTK</b>	7.900.762	733.953.786	464.758.235	313.482.942	1.520.095.725

<sup>6</sup> Ancak son yıllarda havza şartlarına uygun mekanize kazı teçhizatı ile pilot çapta uygulama yapılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

TTK, Zonguldak ve Bartın il sınırları içinde olmak üzere 5 müessesesi ile üretim faaliyetlerini sürdürmektedir. Bunlar, Armutçuk, Karadon, Kozlu, Üzülmez ve Amasra Taşkömürü İşletme Müesseseleri olarak sıralanabilir.

Havzada koklaşabilir rezervler<sup>7</sup> Kozlu, Üzülmez ve Karadon bölgelerinde yer almaktadır. Armutçuk bölgesinde yer alan rezervler; yarı-koklaşma özelliği, yüksek ısı değeri ve düşük bünye külü içermektedir. Burada büyük yüksek fırınlarda kullanılmaya uygun kok üretilmemesine rağmen, yüksek kalitede kok üretmek için koklaşabilir taşkömürü ile karıştırılarak demir-çelik fabrikalarında kullanıma uygun niteliğe erişebilir. Amasra bölgesi kömürlerinin koklaşma özelliği bulunmamasıyla birlikte belirli oranlarda metalurjik kömürler ile harmanlandığında koklaşma özelliğini bozmamaktadır (TTK, 2018; IEA, 2018c).

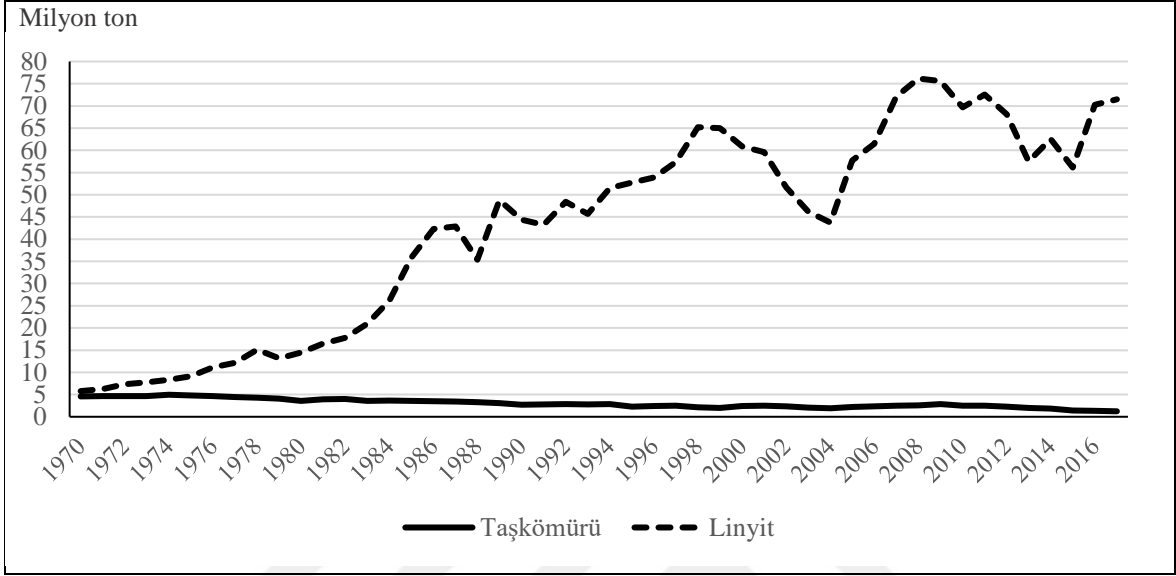
### 1.6.2. Kömür Üretimi

Kömür üretimi, kömürün doğal koşullarına, teknolojik gelişmelere ve ekonomik üretim miktarına bağlı olarak açık ocak işletmeciliği ve yeraltı işletmeciliği şeklinde yapılmaktadır. Üretim biçimini etkileyen bu faktörler, maden yatağı ve üzerindeki toprak örtünün kalınlığı, maden yatağının yayılımı, üretim yönteminin maliyetleri, üretim yöntemleri sonucu oluşacak maden kaybı ve zararları, geliştirme maliyetleri, iklim, topografya, işgücü kullanım imkânı, sermaye olanakları, hedeflenen işlemlerin sürekliliği şeklinde sıralanabilir (Ergin, 1987). Öte yandan artan hammadde gereksinimi ve yüzeye yakın madenlerin tüketilmesi, kömür madenciliğinde daha derinlere inme zorunluluğunu ortaya çıkartmaktadır (Aydın ve Kesimal, 2007).

Türkiye’de üretimde, linyitin payı önemli ölçüde yüksektir. Şekil 7’de de görüldüğü gibi 1970-2017 dönemini kapsayan analizde linyit üretiminin dönem süresince arttığı, üretim miktarı nispi olarak az olan taşkömürünün ise üretiminin azaldığı gözlenmektedir. Dönem içinde linyitteki dalgalanmalar, elektrik enerjisi üretiminde, yağışlı ve kurak mevsimlerde linyit ile hidroliğin birbirlerinin ikamesi olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır (TMMOB; 2015).

<sup>7</sup> Koklaşabilir taşkömürü rezervlerinin toplam rezervler içerisindeki payı yaklaşık %57’dir.

Türkiye’de 2017 yılı satılabilir kömür üretimi; 71,5 milyon ton linyit, 1,2 milyon ton taşkömürü ve 1,4 milyon ton asfaltit olmak üzere bir önceki yıla göre %1,47 azalarak toplam 73 milyon ton olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 7. Türkiye taşkömürü ve linyit üretimi<sup>8</sup> (TMMOB, 2015; ETKB, 2014-2017)

Türkiye’de taşkömürü madenciliği Zonguldak Taşkömürü Havzasında Türkiye Taşkömürü Kurumu tarafından<sup>9</sup> ve Türkiye Taşkömürü Kurumunun imtiyaz sahasında rödovans usulü ile çalışan özel sektör firmalarınca gerçekleştirilmektedir (TTK, 2018). 1978 yılından sonra azalma gösteren taşkömürü üretimi, 2004-2009 döneminde %47’lik artış göstererek 1,946 milyondan 2,863 milyon tona çıkmış, ancak ilerleyen dönemde %57’lik üretim azalışı sonucu 2017 yılında 1,234 milyon ton üretim gerçekleşmiştir.

1970 yılından sonra üretimi sürekli artan linyitin üretiminde 1998 yılından 2004 yılına kadar %5,33’ük bir azalış meydana gelmiştir. Bu durumda 2004 yılındaki linyit üretimi 1991 yılı üretim seviyesine yaklaşmış ve 43,709 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. İlerleyen dönemde linyit üretimi dalgalı bir üretim seyri sonucu yeniden artış göstererek 71,459 milyon tona ulaşmıştır.

Türkiye’de kömür madenciliğinde linyit ve taşkömürü üretiminde kurumlara ait kömür kaynakları baz alınarak kurumlara ilişkin inceleme yapıldığında linyit kaynaklarının

<sup>8</sup> Veriler için Bkz. Ek Tablo 1

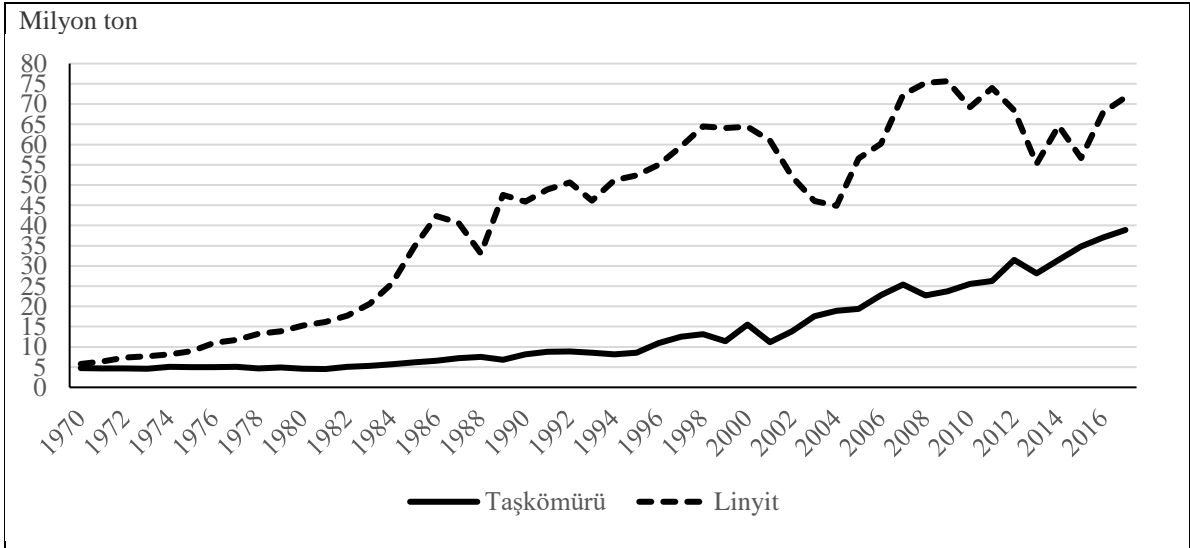
<sup>9</sup> TTK’ye bağlı müesseselere ait bilgiler Ek Tablo 2’de verilmiştir.

çoğunluğuna EÜAŞ ve TKİ'nin sahip olduğu daha önce ifade edilmiştir. Bu kaynak Türkiye linyit kaynaklarının %72,5'ünü oluşturmaktadır.

Çalışma kapsamında TKİ üretimini ele aldığımızda, Kuruma ait ruhsatlı sahalarda bulunan kömür yeraltı ve açık ocak üretimi ile elde edilmektedir<sup>10</sup>. 2017 yılı verileri ile TKİ'ye ait tüm işletmeler toplamında açık işletme üretim yöntemi ile 6.222.268 ton, yeraltı işletmesi yöntemi ile 7.571.837 ton satılabilir kömür üretimi yapılmıştır. Buna göre TKİ'ye ait kömür kaynaklarının %55'i yeraltı üretim, %45'i ise açık işletme ile ekonomiye kazandırılmaktadır (TKİ, 2018).

### 1.6.3. Kömür Tüketimi

Tüketim alanı olarak elektrik üretimi, konutlarda, sanayide, termik santrallerde, kok fabrikaları ve demir-çelik fabrikalarında kullanılan kömür, yerli üretim ve ithalat ile sağlanmaktadır. Türkiye'de tüketimi en çok yapılan kömürler taşkömürü ve linyittir. Bu kömür türlerinin Türkiye'deki toplam tüketimi 1970-2017 dönemi itibariyle Şekil 8'de görülmektedir. Taşkömürü ve linyitin tüketimi dönem süresince artmakla beraber, en fazla tüketim linyitte meydana gelmiştir.



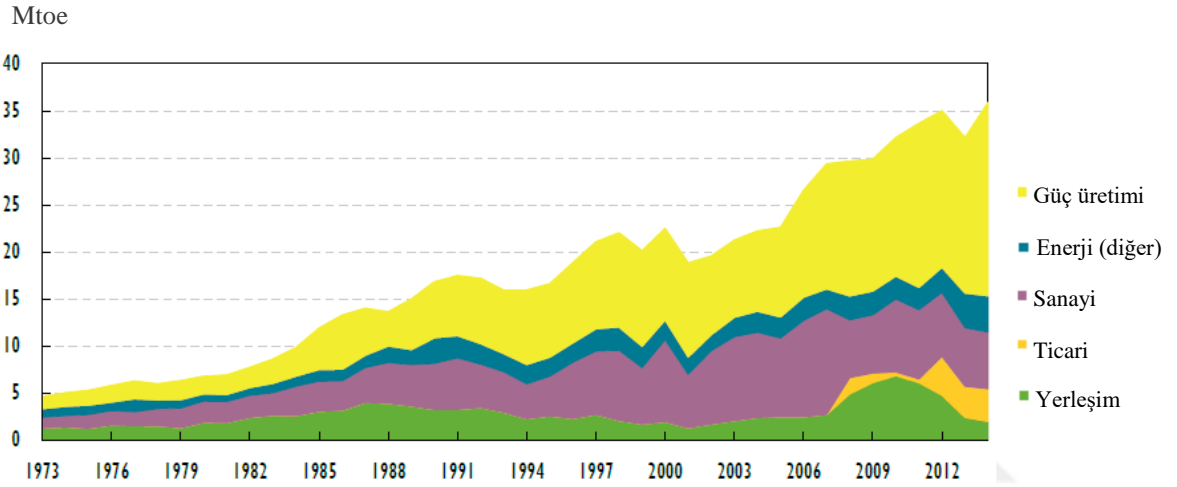
Şekil 8. Türkiye taşkömürü ve linyit toplam tüketimi<sup>11</sup>

<sup>10</sup> TKİ'ye bağlı müesseselere ait dönemsel bilgiler Ek Tablo 3'te verilmiştir

<sup>11</sup> TMMOB, ETKB ve TTK verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır. (Veriler için Bkz. Ek Tablo 4)

Türkiye'de tüketilen kömürün yaklaşık %68'i enerji üretim tesislerinde elektrik ve ısıya dönüştürülmektedir. Kömürün %16,8'i sanayi tarafından, %9,7'si tarım ve %5,6'sı haneler dahil olmak üzere ticari ve kamu hizmetlerine gitmektedir (IEA, 2018c).

1973-2012 döneminde Türkiye'de kömürün sektörlere göre arzının verildiği Şekil 9'da da görüldüğü gibi kömür büyük oranda enerji üretim tesisleri ve sanayi tarafından kullanılmaktadır. Bu nedenle enerji politikalarında, güvenilir bir özkaynak olan taşkömürü ve linyit üretimine önem verilmesi gerekmektedir (Nakoman, 2004).



Şekil 9. Türkiye'de sektörlere göre kömür arzı (IEA, 2018c)

Kahverengi kömürün özellikle enerji üretiminde kullanılıyor olması ve Türkiye'de kömürün enerji üretim tesislerine arzının fazlalığı, daha çok kahverengi kömür üretilmesi ile arzın arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır. Bu noktadan hareketle elektrik üretiminde Türkiye'de kaynak kullanım payları incelenmelidir. Türkiye elektrik üretiminde kullanılan kaynakların payları Tablo 15'te verilmektedir.

Doğalgaz, kömür, yenilenebilir enerji kaynakları gibi kaynakların elektrik üretiminde payı önemlidir. Türkiye'de elektrik üretiminde kaynak olarak kullanılan bu değerlerin üretimdeki payı ele alındığında 2017 yılı için toplam 292,6 milyar kWh elektrik üretiminde en yüksek pay doğalgaza dayalı termik santrallere, ikinci sırada kömüre dayalı termik santrallere aittir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının (hidrolik-rüzgâr-güneş-jeotermal vs.) üretimdeki payı ise yaklaşık %29 seviyelerinde gerçekleşmiştir.

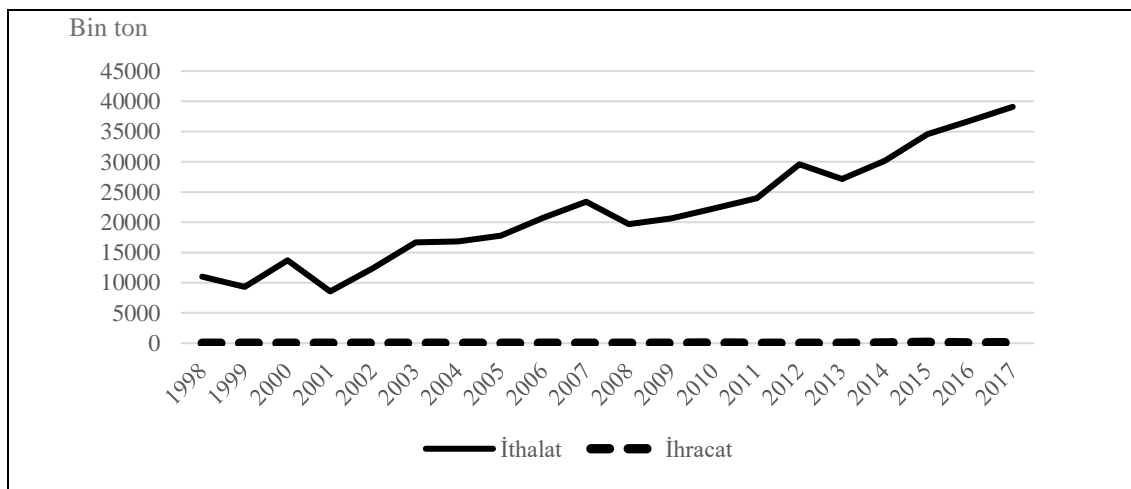
Tablo 15. Türkiye elektrik üretiminde kaynakların payları (TKİ, 2018a)

	2017	
	milyar KWh	%
Doğalgaz	109	37
İthal kömür	51	18
Yerli kömür ve asfaltit	46	16
Barajlı hidrolik	41	14
Akarsu	17	6
Rüzgâr	18	6
Jeotermal	6	2
Diğer (Bio kütle-Motorin-Fuel oil- Güneş)	4	1
<b>Toplam Elektrik Üretimi</b>	<b>292,6</b>	<b>100</b>

Yurt içinde üretilen linyitlerin ise %80'inden fazlası enerji üretiminde kullanılmaktadır. Üretilen elektrik hacmi ile bağlantılı olarak yerli kömürün toplam kapasitenin %14'ünün, ithal kömürün ise %12,3'ünün üretiminde etkili olduğu söylenebilir. (IEA, 2018c).

#### 1.6.4. Kömür Ticareti

Türkiye'de kömürün ticareti ihracat ve ithalat kapsamında incelenebilir. Türkiye'de 1998 yılı ve sonrası için kömür dış ticaret rakamları Şekil 10'da yer almaktadır.

Şekil 10. Türkiye'de kömür ithalat ve ihracat değerleri (ETKB, 1998-2017) <sup>12</sup>

<sup>12</sup> IEA verileri ile hazırlanan grafik için Bkz. Ek Şekil 2. Taşkömürü, linyit, asfaltit ve kok toplamından oluşmaktadır.



Şekil 10’da da görüldüğü gibi ilgili dönemde kömür ihracatı oldukça azdır. İncelenen dönemde kömür ihracatı 2010 yılına kadar bulunmamaktadır. Kömür ihracatı 2010 yılında 40 bin ton, 2011 ve 2012 yılında 7 bin ton, 2013-2017 döneminde ise sırasıyla 14 - 69 - 154 - 67 ve 105 bin tondur. Türkiye’de kömür ithalatı ise 1998 yılında 10.984 bin ton iken dönem boyunca gösterdiği artışla 2017 yılında 39.084 bin ton kömür ithalatı meydana gelmiştir. Kömür ithalatı üretim miktarına kıyasla talep artışından etkilenmektedir.

Kömür dış ticareti kömür türlerine göre taşkömürü ve linyit için detaylı incelenebilir. Bu amaçla Tablo 16’da taşkömürü ve linyitin 1998-2017 dönemindeki dış ticaret değerleri verilmektedir.

Tablo 16. Türkiye’de taşkömürü ve linyit ithalat ve ihracat değerleri (bin ton)  
(ETKB, 2014-2017)

Yıl	İthalat		İhracat	
	Taşkömürü	Linyit	Taşkömürü	Linyit
1998	10.361	23	0	0
1999	8.864	9	0	0
2000	12.990	11	0	0
2001	8.028	11	0	0
2002	11.693	0	0	0
2003	16.166	0	0	0
2004	16.427	0	0	0
2005	17.360	0	0	0
2006	20.286	29	0	0
2007	22.946	0	0	0
2008	19.489	0	0	0
2009	20.364	0	0	0
2010	22.083	0	38	0
2011	23.680	0	6	0
2012	29.195	0	7	0
2013	26.633	0	6	0
2014	29.816	0	64	0
2015	33.979	0	152	0
2016	36.216	0	60	2
2017	38.251	0	100	1

Türkiye kömür dış ticaretinde taşkömürü önemli role sahiptir. Linyit ithalat ve ihracatı çok azdır. Örneğin, Türkiye 1998-2001 dönemi ve 2006 yılı haricince linyit ithalatı, 2016 ve 2017 yılı haricinde de linyit ihracatı gerçekleştirilmemiştir. Taşkömürü ihracatı da önemli

değere sahip bulunmamaktadır. Ancak Tablo 16’da da görüldüğü gibi taşkömürü ithalatı 1998 yılında 10.361 bin ton iken, incelenen dönem süresince artarak 2017 yılında 38.251 bin ton taşkömürü ithalat edilmiştir. Konut ve hizmetler sektöründe taşkömürü tüketiminin ve ayrıca elektrik enerjisi üretimindeki taşkömürü payının önemli ölçüde artması, ancak buna karşın taşkömürü yerli üretim miktarının bu kadar artmaması ithalattaki artışı ve fazlalığı açıklamaktadır.



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bir ülkenin klasik ekonomik girdilerini içeren bir üretim sürecine sahip olan kömür madenciliğinde verimlilik, üretimi yapılan maden yatağının jeolojik, tektonik ve mineralojik karakteristikleri, kullanılan üretim teknolojisi ve girdi karakteristiklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bunun yanı sıra madencilikte verimliliğe etki eden belli başlı faktörler; doğal kaynak miktarı ve kalitesi (rezerv, maden yatağının geometrisi, tenör/kalorifik değer, jeolojik ve mineralojik özellikler, vb.), emek gücünün miktarı ve kalitesi, sermaye yoğunluğu, çevresel faktörler (iklimsel faktörler, arazi topoğrafik yapısı vb.), üretim sürecinin teknolojik yönleri, örgütlenme yapısı ve liderlik, madencilik yasaları ve hükümet politikaları ile sosyo-ekonomik yapı olarak sıralanabilir (Aydın ve Önsoy, 2011).

Enerji üretiminde önemli bir yere sahip olan kömür madenciliğindeki verimlilik ve etkinlik, enerji ihtiyaçlarının karşılanması boyutu ile bağlantılı olarak ülke ekonomisi için temini önemli bir konudur. Bu önemden yola çıkarak, bu bölümde Türkiye kömür madenciliğine ilişkin etkinlik analizi yapılacaktır.

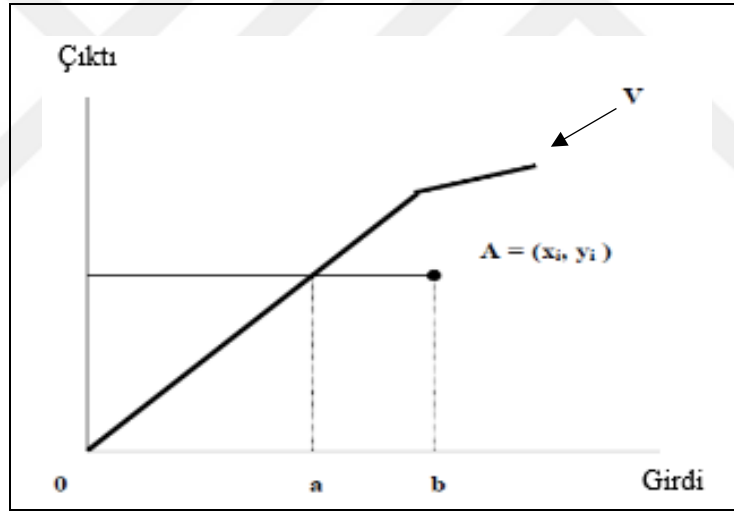
### 2.1. Etkinlik ve Etkinlik Ölçüm Yöntemleri

İşletmeler, sahip oldukları kaynakları kullanarak en üst düzeyde fayda elde etmeye çalışmaktadırlar. İşletme yönetimi bu doğrultuda, iktisadilik, kârlılık, verimlilik ve etkinlik şeklinde sıralayabileceğimiz ilkeler yardımı ile işletmenin gösterdiği performansı değişik açılardan incelemektedir.

Bir organizasyonun amaçları ile hedeflerine sınırlı kaynaklar ile ulaşma ölçüsünün göstergesi, amaçlara ulaşma doğrultusunda gösterilen çabaların beklenen ve planlanan sonuçlara uygunluğu, etkinlik olarak tanımlanmaktadır (Alpugan, 1998). Etkinlik, işletme düzeyinde kaynakların fiili kullanımının, belirli tekniklerle saptanmış standartlarla karşılaştırılması yolu ile bulunmakta olan bir göstergedir. Bu yönüyle etkinlik, kaynakların ne derece iyi biçimde kullanıldığını ve kaynak kullanımında gerçekleşen performansı ortaya koymaktadır (Yavuz, 2003).

Genel ekonomik etkinlik, teknik etkinlik, tahsis ve ölçek etkinliği ile belirlenmektedir. Teknik etkinlik, girdi bileşiminin en uygun şekilde kullanılarak mümkün olan en fazla çıktı üretme başarısı olarak tanımlanabilir (Tarım, 2001). Öte yandan mevcut çıktıların üretiminde kullanılan girdilerin minimizasyonu da teknik etkinlik olarak ele alınabilir.

Üretim sürecinde, en uygun girdi bileşimiyle elde edilebilecek en yüksek üretim miktarlarının oluşturduğu teorik sınır, etkin üretim sınırı olarak kabul edilmektedir. Etkinliği ölçülen birimlerin etkin üretim sınırında faaliyet gösteriyor olmaları, girdilerin çıktılara dönüştürülmesinde tam teknik etkinliğe sahip oldukları şeklinde yorumlanmaktadır (Aktaş, 2001). Bir organizasyonun üretim sınırı altında kalma derecesi onun göreceli etkinlik ölçüsü olarak kullanılmakta olup, üretim fonksiyonunun ilk incelemesi Farrell tarafından yapılmıştır (Tarım, 2001). Tek girdi ve tek çıktıya dayalı teknik etkinlik ve etkin üretim sınırı Şekil 11’de gösterilmektedir.



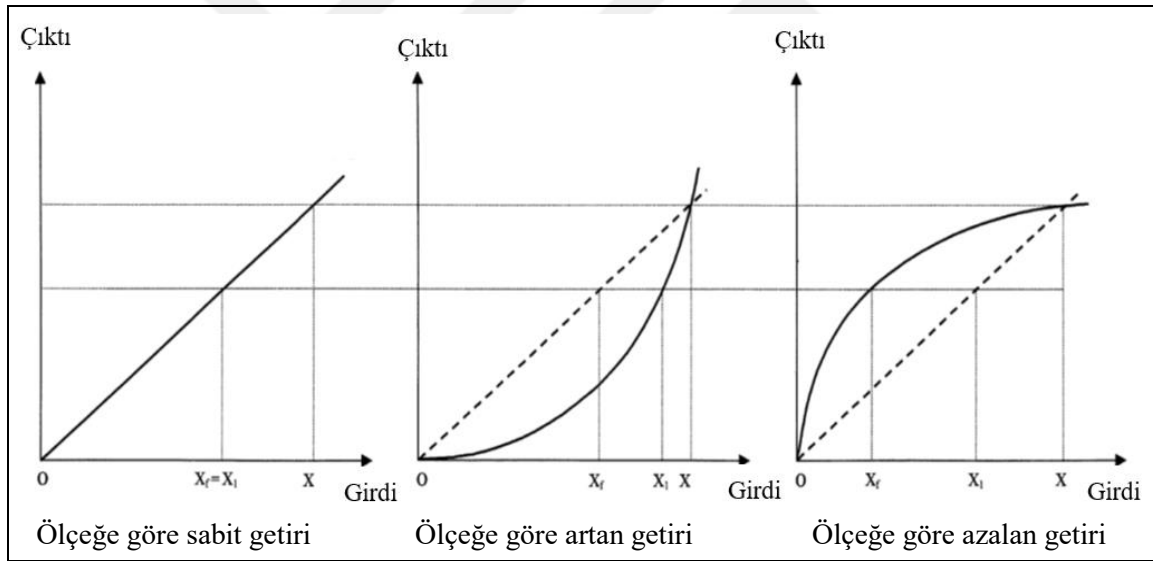
Şekil 11. Üretim sınırı (Aktaş, 2001)

Tam teknik etkinlikte minimum girdi miktarı ile belirli bir çıktının üretilmesi söz konusu olup, etkin üretim sınırında faaliyet gösterilmesi durumunda meydana gelmektedir. Tek girdi-tek çıktı bileşimi için üretim sınırının gösterildiği Şekil 11’e göre V etkin üretim sınırını göstermektedir. A noktasında üretim yapan bir işletme tam teknik etkinliğe sahip bulunmamaktadır. Bu durumda girdi kullanımını ab uzaklığı kadar azaltılarak etkin üretim sınırına gelinecek ve teknik etkinlik sağlanmış olacaktır. Etkinlik ölçümü yapılan bu birimin teknik etkinlik derecesi etkin üretim sınırından uzaklığın bir ifadesi olarak “ $Oa/O_b$ ” oranıdır (Aktaş, 2001)

Girdi ve çıktı fiyatları göz önünde bulundurularak en uygun girdi bileşiminin seçilmesi başarısı fiyat (tahsis) etkinliği, uygun ölçekte üretim yapma başarısı ise ölçek etkinliği olarak tanımlanmaktadır (Yolalan, 1993; Farrell, 1957). Etkinliği ölçülen bir birimin uzun dönemde rekabet edebilir bir denge durumunda ve girdi-çıkıtı bileşimini sağlama hususunda başabaş noktasında (kârın sıfır olduğu nokta) bulunması ölçek etkinliğine sahip olduğunu göstermektedir. Ölçek etkinliğinde tekil değil toplumsal bir etkinliğin söz konusu olması, bir birimin etkinsizliği durumunda bu etkinsizliğin sadece ilgili birime yüklenecek bir durumdan ziyade, genel bir çerçevesi olduğu görüşü bulunmaktadır (Yavuz, 2003).

Girdi düzeyindeki değişikliklerden dolayı meydana gelen çıkıtı seviyesindeki değişiklikler, getirinin yönünü belirlemekte olup, bu değişikliklere ölçeğe göre getiri denilmektedir.

Ölçeğe göre getirilerin grafik üzerinde gösterimi Şekil 12’de yer almaktadır.



Şekil 12. Ölçeğe göre sabit, artan ve azalan getiri (Bakhshoodeh ve Thomson, 2001)

- Girdi seviyesinde oransal bir artış olduğunda (Aktaş, 2001; Başkaya ve Avcı, 2011);
- çıkıtı düzeyindeki artışın da aynı oranda olması, ölçeğe göre sabit getiri (Constant Returns to Scale-CRS),
  - bu artışın çıkıtı düzeyine aynı oranda yansımaması, ölçeğe göre değişken getiri (Variable Returns to Scale-VRS) olarak değerlendirilmektedir
  - çıkıtı seviyesindeki artışın girdi seviyesindeki artış oranından fazla olması durumunda ölçeğe göre artan getiri (Increasing Returns to Scale-IRS),

- çıktı seviyelerindeki artışın girdilerindeki artış oranından az olması durumunda ölçeğe göre azalan getiri (Decreasing Returns to Scale-DRS) söz konusu olacaktır.

Performans geliştirme çalışmalarında, kaynakların tam kapasitede kullanılmasına ulaşmak noktasında etkinlik ölçümleri yararlıdır (Akal, 2002). Etkinlik ölçümünde kullanılan yöntemler oran analizi, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

a) Oran analizi, tek girdi ve tek çıktı ile uygulanan ve etkinlik ölçümünde kullanılan teknikler arasında en basit ve en yaygın kullanılan yöntemdir. Tek girdinin tek çıktıya oranı ile hesaplanan yöntemde her bir oranın performans ile ilgili boyutlardan birini ele alması, oranın olumsuz yönüdür. Bunun sonucunda ele alınan oranlardan bir tanesine göre performansı yüksek olan bir işletme diğer oran gözönüne alındığında düşük performansa sahip gözükülebilmektedir. Bu nedenle oran analizi ile etkinlik ölçümünde birden çok oranın ağırlıklandırılarak tek bir ölçütün türetilmesi önem kazanmaktadır (Yolalan, 1993).

b) Parametrik yöntemlerde, etkinlik analizi yapılacak sanayi dalına ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayılmakta ve fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesine çalışılmaktadır. Parametrik yöntemlerde üretim fonksiyonu tanımlanmasında, çoğunlukla tek çıktı ve birçok girdi ilişkilendirilmektedir. Birçok girdi ve birçok çıktının ilişkilendirildiği parametrik yöntemler de bulunmaktadır (Yolalan, 1993). Üç temel parametrik yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar, stokastik sınır yaklaşımı, serbest dağılım yaklaşımı ve kalın sınır yaklaşımı olarak sıralanabilir (Berger ve Humphrey, 1997).

Rassal hataya izin vermeleri parametrik yöntemlerin avantajı olarak belirtilebilir. Bu durum ölçüm hatalarının daha başarılı bir şekilde ayıklanmasına olanak sağlaması açısından önemlidir. Bunun yanı sıra analizde tek çıktı değerinin kullanılıyor olmasının analizde neden olduğu sınırlamalar ve performans kriteri olarak ortalama değerinin kullanılıyor olması parametrik yöntemlerin dezavantajları olarak belirtilmektedir (Keskin Benli, 2006).

c) Parametrik olmayan yöntemler, üretim fonksiyonu için analitik formun varlığını öngörmeyen, matematiksel programlamayı çözüm tekniği olarak benimseyen yöntemlerdir. Bu yöntemler, birçok girdi ve birçok çıktının söz konusu olduğu üretim ortamlarında etkinlik ölçümü için uygun yapıya sahiptirler (Yolalan, 1993).

Parametrik yöntemlerin aksine birden fazla girdi ve çıktı değişkeninin yer alması parametrik olmayan yöntemlerin avantajıdır. Öte yandan rassal hata terimi içermedikleri için hataları modele aktararak etkinlik sınırının yanlış tespit edilmesine neden olmak şeklinde

dezavantajı da bulunmaktadır (Dinçer, 2011). Parametrik yöntemler arasında en yaygın kullanılanı veri zarflama analizidir.

## 2.2. Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü

Veri zarflama analizi (VZA) etkinlik analizlerinde yaygın kullanıma sahip parametrik olmayan bir yöntemdir. VZA, aynı tür girdiler kullanarak aynı tür çıktılar üreten, birbirlerine benzer ekonomik karar verme birimlerinin (KVB) karşılaştırmalı etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiştir (Mercan ve Yolalan, 2000).

VZA yardımıyla; ele alınan KVB'lerin yönetimlerini değerlendirmek, KVB'lerde etkinsizliğe neden olan kaynakları ve etkinsizlik miktarlarını belirlemek, sınırlı kaynakların istenilen çıktılarının üretilmesinde daha etkin kullanacak birimlere yönlendirilmesi fikrine temel oluşturarak kaynakların birimler arasında yeniden atanmasını sağlamak şeklinde sıralanabilecek amaçlar gerçekleştirilebilmektedir (Andersen ve Petersen, 1993).

VZA birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip girdi-çıktıların karşılaştırılmasında kolaylıklar sağlaması sebebiyle etkinlik ölçüm yöntemleri arasında ön plana çıkmış bir yöntemdir (Kasap, 2010). VZA modelleri, girdi ve çıktı odaklı olarak incelenebilmektedirler. Girdi odaklı modeller, çıktıların sabit olması durumunda girdilerin mümkün olduğunca azaltılabilmesi esasına dayanmaktadır. Girdi odaklı modelde etkin olmayan bir KVB, çıktılar kontrol altında iken girdilerin azaltılması yoluyla etkin hale getirilebilecektir. Çıktı odaklı modeller ise girdilerin sabit olması durumunda çıktıların mümkün olduğunca artırılabilmesi esasına dayanmaktadır. Çıktı odaklı modelde ise etkin olmayan bir KVB, girdiler sabit tutulurken çıktıların artırılması yoluyla etkin hale getirilebilecektir (Martić vd., 2009).

Veri zarflama analizi ile KVB'nin göreceli etkinliği ölçülürken, ele alınan karar verme birimlerinin sayısı kadar kesirli doğrusal programlama modeli kurulmakta ve sonucunda etkinliği ölçülmek istenen KVB'ler için 0 ile 1 arasında değişen bir etkinlik değeri hesaplanmaktadır. KVB'lerden etkin olanların etkinlik değerleri 1 olarak belirlenmekte, etkinlik değeri, 1'den düşük olan (0 ile 1 arasında olan) diğer karar verme birimleri ise etkin bulunmamaktadır.

Karar verme birimlerinin etkinlik değerlerine göre sınıflandırılmasını sağlayan VZA yönteminin uygulanmasında takip edilecek adımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Başkaya ve Avcı, 2011):

- Gözlem kümesinin (karar verme birimlerinin) seçimi,
- Girdi ve çıktılarının belirlenmesi,
- Verilerin elde edilebilirliği ve güvenilirliği,
- Uygulanacak modelin seçimi,
- Etkinlik değerlerinin belirlenmesi,
- Referans gruplarının belirlenmesi,
- Etkin olmayan KVB'lerin performans iyileştirebilmeleri için hedef belirlenmesi,
- Genel sonuçların değerlendirilmesi.

Ele alınacak KVB'ler aynı hedefe yönelik benzer işlevler gören, homojen yapıya sahip, aynı girdi ve çıktı kombinasyonlarına sahip birimler olarak seçilmelidir. KVB'nin seçimi konusunda verilecek karar, çalışmanın amacına bağlı olarak belirlenmelidir. KVB etkinliği ölçülecek bir işletme olabileceği gibi, büyük işletmelerin alt departmanları da olabilmektedir (Dinçer, 2011). Öte yandan literatür çalışmalarında da yer aldığı üzere işletme veya sektörün dönemsel etkinliğinin ölçülmesi için KVB olarak yıllar seçilebilir.

KVB'lerin belirlenmesinde, ele alınan girdi ve çıktı sayıları ile bağlantılı olarak dikkat edilmesi gereken kurallar bulunmaktadır. Etkinliği ölçülen karar verme birimi sayısı ile girdi ve çıktı toplam sayısı arasındaki ilişkiye esas olarak kabul edilen ve araştırmanın güvenilirliği açısından ele alınması gereken söz konusu kurallar, girdi sayısının  $m$ , çıktı sayısının  $s$  ve KVB sayısının ise  $n$  ile gösterilmesi durumunda şu şekilde sıralanabilir (Bousofiane vd., 1991; Vassiloglou ve Giokas, 1990):

- KVB sayısı, girdi ve çıktı toplam sayısından fazla olmalıdır.  $n \geq 1 + (m + s)$
- KVB sayısı, değişken sayısının en az iki katı olmalıdır.  $n \geq 2 \times (m + s)$

Girdi ve çıktıların belirlenmesinde değişkenler arasında çiftli korelasyona bakılarak değişken sayılarında düzenlemeler yapılabilir. Örneğin, yüksek korelasyona sahip iki girdiden / çıktıdan biri modelden çıkarılabilir. Girdi ve çıktı sayısının fazla olması durumunda yapılabilen bu eleme işleminin uygulanmasında, etkinlik değerlerinde değişmeye yol açılmaması önemlidir (Dinçer, 2011).

Veri zarflama analizinde kullanılan yöntemler temel olarak, Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) yöntemi, Banker-Charnes-Cooper (BCC) yöntemi olarak sıralanabilir. CCR modeli, Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından 1978 yılında ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında tanımlanmıştır. Banker-Charnes-Cooper (1984) tarafından geliştirilen BCC modeli ise ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında etkinlik ölçümü yapmaktadır. BCC modeli ile saf teknik etkinlik ölçümü, CCR modeli ile ise saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği ortaya



koyan toplam etkinlik (toplam teknik etkinlik) ölçümü yapılmaktadır. (Bowlin, 1998; Cingi ve Tarım, 2000).

Buna göre saf teknik etkinlik ve toplam teknik etkinlik değerlerini ortaya koyan VZA ile KVB'lerin uygun ölçekte faaliyet gösterip göstermediğini ortaya koyan ölçek etkinliği değerleri de elde edilmektedir. Toplam teknik etkinliğin, saf teknik etkinlik ile ölçek etkinliğinin çarpımında oluşması nedeniyle CCR modeli ile belirlenen etkinlik değerinin BCC modeli ile bulunan etkinlik değerine bölünmesi sonucu, ölçek etkinliği değerleri elde edilmektedir.

BCC modelinde ayrıca KVB'lerin girdilerinin aynı oranda artırılması durumunda çıktıların ne ölçüde değişeceği de belirlenebilmektedir. Burada ölçeğe göre sabit getiri, ölçeğe göre artan getiri ve ölçeğe göre azalan getiri belirlemeleri yapılabilmektedir.

### 2.2.1. Charnes - Cooper - Rhodes (CCR) Modeli

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen VZA modelinin uygulamasında, kesirli programlama modeli ve doğrusal programlama modeli, daha sonra dual model oluşturulmuştur (Cingi ve Tarım, 2000). Modelde her karar birimi için ağırlıklandırılmış çıktılarla, ağırlıklandırılmış girdilerin oranından yola çıkılmıştır. Her bir karar birimi için ağırlıklar kullanılarak sanal girdi ve çıktı oluşturulmakta, sanal çıktı / sanal girdi oranını maksimize edecek şekilde ağırlıklar belirlenmektedir (Başkaya ve Avcı, 2011).

Bir karar biriminin etkinliği (1) no'lu eşitlikte gösterildiği gibidir (Dinçer, 2008):

$$Etkinlik = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} = \frac{u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_s y_s}{v_1 x_1 + v_2 x_2 + \dots + v_m x_m} \quad (1)$$

s : çıktı toplam sayısı

m : girdi toplam sayısı

$u_r$  :  $y_r$  çıktısına atanan ağırlık

$y_r$  : r. çıktının miktarı

$v_m$  :  $x_i$  girdisine atanan ağırlık

$x_i$  : i. girdinin miktarını göstermektedir.

Girdi odaklı kesirli doğrusal programlama modelinin amaç fonksiyonu (2) no'lu formülde verildiği gibidir (Charnes, vd., 1978; Cooper vd., 2006). Girdi odaklı modellerde KVB'nin etkinlik değerinin maksimum olmasını sağlayacak ağırlıklar belirlenmektedir.

$$E_k = \text{maksimum} \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik}} \quad (2)$$

Modelin kısıtları;

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij}} &\leq 1 & u_{rk} &\geq \varepsilon & r &= 1, \dots, s \\ & & v_{ik} &\geq \varepsilon & i &= 1, \dots, m \\ & & & & j &= 1, \dots, n \end{aligned}$$

s : üretilen çıktı sayısı,

m : kullanılan girdi sayısı,

$E_k$  : k KVB'nin etkinlik değeri,

$u_{rk}$  : k KVB'nin r'inci çıktıya verdiği ağırlık,

$y_{rk}$  : k KVB'nin ürettiği r'inci çıktı miktarı,

$v_{ik}$  : k KVB'nin i'inci girdiye verdiği ağırlık,

$x_{ik}$  : k KVB'nin kullandığı i'inci girdi miktarını göstermektedir.

$\varepsilon$  : küçük pozitif bir değer olarak alınmalıdır (Martić vd., 2009).

Çıktı odaklı kesirli programlama modeli amaç fonksiyonu (3) no'lu formülde verildiği gibidir (Charnes vd., 1978; Tarım, 2001; Başkaya ve Avcı, 2011). Çıktı odaklı modellerde ise KVB'nin etkinlik değerinin minimum olmasını sağlayacak ağırlıklar belirlenmektedir.

$$E_k = \text{minimum} \frac{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik}}{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}} \quad (3)$$

Modelin kısıtları;

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}} &\geq 1 & u_{rk} &\geq \varepsilon & r &= 1, \dots, s \\ & & v_{ik} &\geq \varepsilon & i &= 1, \dots, m \\ & & & & j &= 1, \dots, n \end{aligned}$$

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından kesirli programlama modeli geliştirilmiş ve doğrusal programlama modeline dönüştürülmüştür. Girdi odaklı model (4) no'lu eşitlikteki gibi formülize edilmektedir (Martić vd., 2009; Cooper vd., 2006; Başkaya ve Avcı, 2011).

$$E_k = \text{maksimum} \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} \quad (4)$$

Modelin kısıtları;

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} &= 1 & u_{rk} &\geq \varepsilon & r &= 1, \dots, s \\ \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} &\leq 0 & v_{ik} &\geq \varepsilon & i &= 1, \dots, m \\ & & & & j &= 1, \dots, n \end{aligned}$$

Model çıktıya yönelik olarak (5) no'lu eşitlikteki gibi formülize edilmektedir (Tarım, 2001).

$$E_k = \text{minimum} \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} \quad (5)$$

Modelin kısıtları;

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} &= 1 & u_{rk} &\geq \varepsilon & r &= 1, \dots, s \\ \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} &\leq 0 & v_{ik} &\geq \varepsilon & i &= 1, \dots, m \\ & & & & j &= 1, \dots, n \end{aligned}$$

Kesirli ve doğrusal programlama modellerinde referans karar birimlerinin hesaplanması güçlüğü bulunmaktadır. Dual model, bu güçlüğü ortadan kaldırmaktadır. Diğer bir ifade ile etkin olmayan birimlerin etkin olabilmek için, etkin olan diğer birimlerden hangisi/hangilerini ne oranda referans alması gerektiğine dair sonuçlar ortaya konulmaktadır. Girdi odaklı dual CCR modeli (6) no'lu eşitlikte verilmiştir (Banker vd., 2004; Dinçer, 2011).

$$E_k = \text{minimum} \alpha - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m \sigma_i^- + \sum_{r=1}^s \sigma_r^+ \right) \quad (6)$$

Modelin kısıtları;

$$\begin{aligned} \alpha x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - \sigma_i^- &= 0 \\ y_{rk} - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + \sigma_r^+ &= 0 \\ \lambda_j, \sigma_i^-, \sigma_r^+ &\geq 0 \end{aligned}$$

s : çıktı sayısı

m : girdi sayısı

$E_k$  : etkinliği ölçülen k'inci KVB'nin etkinlik değeri

$\alpha$  : k'inci KVB'nin girdilerinin radyal olarak ne kadar azaltılabileceğini ifade eden büzülme katsayısı

$\sigma_i^-$  : Etkinliği ölçülen k'inci KVB'nin i'inci girdisine ait atıl değer

$\sigma_i^+$  : Etkinliği ölçülen k'inci KVB'nin r'inci çıktısına ait atıl değer

$\lambda_j$  : j'inci KVB'nin aldığı yoğunluk değeri

$\varepsilon$  : pozitif küçük bir değer

CCR için çıktıya yönelik dual model (7) no'lu formülde gösterilmiştir (Banker vd., 2004; Yolalan, 1993; Dinçer, 2011).

$$E_k = \text{maksimum } \beta + \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m \sigma_i^- + \sum_{r=1}^s \sigma_r^+ \right) \quad (7)$$

Modelin kısıtları;

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} \theta_j - x_{ik} + \sigma_i^- &= 0 & \theta_j, \sigma_i^-, \sigma_r^+ &\geq 0 \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \theta_j - \beta y_{rk} - \sigma_r^+ &= 0 & r &= 1, \dots, s \\ & & i &= 1, \dots, m \end{aligned}$$

$\beta$  : Çıktıya ait genişleme katsayısı

$\theta_j$  : j'inci KVB'nin aldığı yoğunluk değeri

### 2.2.2. Banker - Charnes - Cooper (BCC) Modeli

Girdi odaklı BCC modellerinde amaç, CCR modellerde olduğu gibi girdileri minimize etmektir. Çıktı odaklı BCC modellerde ise çıktıların en üst düzeye çıkarılması amacının bulunması nedeniyle etkinlik değerinin minimum olması hedeflenmektedir. BCC modelinin kesirli programlama için amaç fonksiyonu, CCR modeline konvekslik kısıtının eklenmesi ile girdi odaklı ve çıktı odaklı modeller için sırasıyla (8) no'lu ve (9) no'lu formüldeki gibi elde edilmektedir (Dinçer, 2011):

$$E_k = \text{maksimum } \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} - u_k}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik}} \quad (8)$$

Modelin kısıtları;

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - u_k}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij}} \leq 1 \quad \begin{array}{l} u_{rk} \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s \\ v_{ik} \geq \varepsilon \quad i = 1, \dots, m \\ j = 1, \dots, n \end{array}$$

$$E_k = \text{minimum} \frac{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} - v_k}{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}} \quad (9)$$

Modelin kısıtları;

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} - v_k}{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj}} \geq 1 \quad \begin{array}{l} u_{rk} \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s \\ v_{ik} \geq \varepsilon \quad i = 1, \dots, m \\ j = 1, \dots, n \end{array}$$

BCC modelinin girdi ve çıktı odaklı doğrusal programlama modeline göre (10) ve (11) no'lu eşitlikte verilmiştir (Dinçer, 2011)

$$E_k = \text{maksimum} \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} - u_k \quad (10)$$

Modelin kısıtları;

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} = 1 \quad \begin{array}{l} u_{rk} \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s \\ v_{ik} \geq \varepsilon \quad i = 1, \dots, m \\ j = 1, \dots, n \end{array}$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} - u_k \leq 0$$

$$E_k = \text{minimum} \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} - v_k \quad (11)$$

Modelin kısıtları;

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} = 1 \quad \begin{array}{l} u_{rk} \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s \\ v_{ik} \geq \varepsilon \quad s = 1, \dots, m \\ j = 1, \dots, n \end{array}$$

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - v_k \geq 0$$

Dual modelin, etkin olmayan KVB'lerin etkinlik için referans almaları önerilen karar birimlerini belirlediği burada da belirtilebilir. Girdi odaklı dual BCC Modeli (12) no'lu eşitlikte verilmiştir; (Banker vd., 2004).

$$E_k = \text{minimum } \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \quad (12)$$

Modelin kısıtları;

$$\begin{aligned} \theta x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- &= 0 & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ &\geq 0 \\ y_{ro} - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ &= 0 & \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \end{aligned}$$

BCC modelinin çıktıya yönelik dual modeli (13) no'lu formülde gösterilmiştir (Dinçer, 2011).

$$E_k = \text{maksimum } \beta + \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m \sigma_i^- + \sum_{r=1}^s \sigma_r^+ \right) \quad (13)$$

Modelin kısıtları;

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} \theta_j - x_{ik} + \sigma_i^- &= 0 & \theta_j, \sigma_i^-, \sigma_r^+ &\geq 0 \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \theta_j - \beta y_{rk} - \sigma_r^+ &= 0 & r &= 1, \dots, s \\ & & i &= 1, \dots, m \end{aligned}$$

$\beta$  : Çıktıya ait genişleme katsayısı

$\theta_j$  : j'inci KVB'nin aldığı yoğunluk değeri

### 2.3. Araştırma Konusu Üzerine Diğer Araştırmacıların Çalışmaları

Kömür madenciliği, kömüre ilişkin teknik analizler, birincil enerji kaynağı olarak kömürün enerji üretimine katkıları, madencilik yöntemleri vb. boyutları ile ele alınmaktadır. Türkiye'de ve yabancı ülkelerde, kömür ve kömür madenciliği hususunda yapılmış birçok analiz bulunmaktadır. Bu analizlerden etkinlik ölçümünü konu alanlar incelendiğinde, bir ülkedeki kömür madenciliği işletmelerinin ve kömür madenciliği üretim yöntemlerinin etkinliği, bir kömür işletmesinin yıllar itibariyle gösterdiği etkinlik, farklı iki ülkenin kömür madenciliğine ilişkin etkinlik kıyaslaması gibi konuların araştırıldığı gözlenmektedir.

Çalışmanın bu kısmında, Türkiye ve yabancı ülkelerde kömür madenciliğine ilişkin olarak yapılmış etkinlik analizi çalışmaları incelenmiştir.

Kulshreshtha ve Parikh (2002) çalışmalarında Hindistan'da yeraltı ve açık ocak kömür madenciliğinin 1985-1997 dönemindeki etkinliğini incelemişlerdir. İnceleme sonucunda artan açık ocak madenciliği bölgelerinin verimlilikte düşüşe neden olduğu belirtilmiştir. Buna göre çalışma sonuçlarının Hindistan'da açık ocak madenciliğinin, yeraltı madenciliğinden daha verimli olduğu yönündeki hükümlere uygun olmadığı belirtilmiştir.

Uygun vd. (2007) Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'na bağlı Garp Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü (GLİ) yeraltı ve açıkocak işletmelerinin 1985-2002 dönemindeki üretim yöntemlerinin verimliliğinin karşılaştırdıkları çalışmada, GLİ'de açıkocak işletmeciliğinin daha verimli olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca GLİ'de kömür rezervlerinin daha çok yeraltı işletmeciliğine uygunluğu sebebi ile bu işletmecilikte toplam faktör verimliliğini arttırmak için üretim faktörleri düzeyinde düzenlemelerin yapılması gerekliliği belirtilmiştir.

Tong ve Ding (2008) çalışmalarında, Çin'deki kömür madenlerinde güvenlik girdilerinin uygun olmayan şekilde tahsisinin yaygınlaşması nedeniyle kömür madenciliği operasyonlarında sıkça kazaların meydana geldiğini belirtmişlerdir. Kömür madeni için güvenlik girdisinin verimlilik değerlendirmesi üzerine bu çalışma, kömür madeni güvenliğinin girdi verimliliğinin kapsamlı bir değerlendirmesinin, fonların ve yönetim kaynaklarının kullanımında verimliliğin artmasına yol açması gerektiği, bunun da devlet ve işletme yöneticilerinin güvenlik girdilerinin nasıl kullanıldığını daha iyi anlamalarına ve kaynakların tahsis edilmesini optimize etmelerine yardımcı olacağı noktasından hareketle yapılmıştır. Çalışmada bir maden işletmesinin, 2001-2005 döneminde değerlendirmesi yapılmış olup, güvenlik girdisinin 2002 ve 2005'te etkin olduğu ve 2003'te zayıf etkinliğin olduğu, 2001 ve 2004'te ise etkinliğin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Fang vd. (2009) çalışmalarında Çin ve ABD'deki kömür işletmelerinin 2001-2005 dönemindeki teknik etkinliğini veri zarflama analizi yardımı ile karşılaştırmışlardır. Analiz sonuçları, Çin kömür madenciliği işletmelerinde nispi verimlilik seviyesinin çok daha düşük olduğunu göstermektedir.

Çimen (2011) çalışmasında TKİ'nin 8 işletmesinin 2006-2009 dönemindeki etkinliklerini veri zarflama analizi, süper etkinlik ve Malmquist toplam faktör verimliliği tekniği ile analiz etmiştir.

Aydın ve Önsoy (2011) çalışmalarında Zonguldak Taşkömürü Havzası kömür işletmelerinin 2005-2008 yılları arasındaki işgücü, sermaye, ara girdi kısmi faktör verimlilikleri ve toplam faktör verimliliklerini analiz etmişlerdir. Analiz Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK), rödevans işletmeleri ve havza geneli için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, havzada işgücü maliyetini temel alan işgücü verimliliğinin özel sektörde, bütün girdilerin dikkate alındığı toplam faktör verimliliğinin ve kişi başı üretim değerine dayanan işgücü verimliliğinin ise TTK'da daha iyi durumda olduğu belirlenmiştir.

Bakırcı vd. (2014) çalışmalarında 2003-2010 yılları arasında Türkiye kömür işletmelerinin verimliliğini veri zarflama analizi kullanarak ölçmüşlerdir. 8 KVB'nin ele alındığı analizde ele alınan yılların tamamında Yeniköy ve Seyitömer Linyit İşletmeleri'nin toplam etkinliğe, Ege, Çan, Iğın, Yeniköy, Seyitömer Linyit İşletmeleri'nin ise saf teknik etkinliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

Kasap (2010), Türkiye Kömür İşletmelerine ait sekiz işletmenin 2007-2008 yılları arasındaki teknik etkinliği ve toplam faktör verimliliğini incelediği çalışmasında, parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemi ve Malmquist toplam faktör verimliliği endeksinden yararlanmıştır. Analiz sonucunda her iki yıl da etkin faaliyet gösteren işletmelerin Milas ve Seyitömer olduğu belirlenmiştir. Çan, Iğın, Milas, Seyitömer, Yatağan İşletmelerinin toplam faktör verimliliğinin artış gösterdiği belirlenmiştir.

Kasap (2018) Türkiye'nin 2000-2015 yılları arasındaki enerji üretiminde kömür kullanımının gelişimini incelediği çalışmasında Malmquist toplam faktör verimlilik indeksinden yararlanmıştır. Analiz, taşkömürü + ithal kömür + asfaltit ve linyit olmak üzere iki grup dikkate alınarak yapılmıştır. Yapılan analizlerin sonucunda, ithal kömür kullanımındaki artışa bağlı olarak, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan kömürlerin etkinlik değişim değerlerinde %16,5'lik bir artış olduğu tespit edilmiştir. Ele alınan dönemin son yıllarında, linyit kaynaklı elektrik üretimine yeni yatırımların yapılmaması sebebiyle etkinlik gelişiminde %1,2 oranında azalma olduğu belirlenmiştir.

Kömür işletmelerinin etkinliğinin ölçümü ve enerji üretiminde kömürün kullanılması durumunda kullanılan kömürlerin etkinliklerinin belirlenmesi doğrultusunda literatürde yer alan söz konusu çalışmaların, analizde yararlandıkları girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 17'de verilmiştir.



Tablo 17. Kömür ve kömür kaynaklı enerji üretimine ilişkin literatürde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri

Yazar (Yıl)	Karar Verme Birimi	Girdi	Çıktı
Kulshreshtha ve Parikh (2002)	<i>Hindistan</i> Yeraltı madenciliği Açık ocak madenciliği	<i>Yeraltı madenciliği</i> Maden makineleri	Kömür
		<i>Açık Ocak madenciliği</i> Maden makineleri	Örtü tabakası kazısı Kömür
Tong ve Ding (2008)	2001-2005 dönemi <i>Çin (bir kömür işl.)</i>	Kişi başı tesis ve ekipman değiştirme ücretleri Kişi başı tesis ve ekipman teftiş maliyeti Kişi başı tesis ve ekipman bakım maliyeti Kişi başı güvenlik eğitimi ve eğitim maliyeti Kişi başı kişisel koruma ücreti Kişi başı güvenliği yönetmenin maliyeti Emniyet yönetimi ve teknoloji personeli sayısı Emniyet konularına uygulanan çalışma saatleri	Belirli bir yıldaki kaza hasarını azaltma oranının önceki yıla oranı
Fang vd. (2009)	Çin kömür işletmeleri Amerika kömür işl.	Genel giderler Toplam aktif Fiziki sermaye	Hisse başı kazanç Faaliyet gelirleri Vergi öncesi kâr
Çimen (2011)	Ege - Çan - Yatağan - Yeniköy - Garp - Ilgın - Seyitömer -Bursa	<i>Üretim etkinliği</i> Personel sayısı Yatırım giderleri Faaliyet giderleri	Satılabilir üretim miktarı
		<i>Gelir etkinliği</i> Personel sayısı Yatırım giderleri Faaliyet giderleri	Satış gelirleri
		<i>İş güvenliği etkinliği</i> Personel sayısı İş güvenliği eğitim süresi (saat) İş güvenliği ve güvenlik eğitim yatırımı 1/ Satılabilir üretim miktarı	1 / Toplam kaza sayısı
Aydın ve Önsoy (2011)	Zonguldak Kömür Havzası İşletmeleri	Emek (işgücü) Sermaye Ara girdiler	Tüvenan üretim miktarları

Tablo 17'nin devamı

Bakırcı vd. (2014)	Ege - Güney Ege - Garp-Seyitömer - Çan - Yeniköy - Ilgın - Bursa Linyit İşletmeleri	Alan Kömür rezervi Toplam personel sayısı Araç sayısı Yatırım	Üretim miktarı Satılabilir üretim Satış miktarı
Kasap (2010)	Soma - Çan - Yatağan - Milas - Tavşanlı - Ilgın - Seyitömer - Orhaneli	Yatırım giderleri Personel sayısı	Satılabilir üretim
Kasap (2018)	Taşkömürü + ithal kömür + asfaltit Linyit	Kurulu Gücü	Üretimdeki payları Elektrik Enerjisi Üretim Miktarı

Kömür madencilğine ilişkin etkinlik ve verimliliğinin ölçümü haricinde demiryolları, tarım satış kooperatifleri, katılım bankacılığı ve belediye hizmet etkinliği ölçümü üzerine yapılmış olan ve literatürde yer alan çalışmalar da bulunmaktadır. Söz konusu çalışmaların ortak özelliği; karar verme birimi olarak yılların seçilmesi ve bu şekilde sadece bir kuruluşun etkinliğinin yıllar itibariyle incelenmesine olanak vermeleridir. Bu çalışmalar şu şekilde sıralanabilir:

- Perçin ve Çakır (2012) çalışmalarında Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesinin 1975-2010 yılları arasındaki performansını VZA yöntemi ile analiz etmişlerdir.
- Sueyoshi vd. (2013) ABD'de kömürle çalışan elektrik santrallerinde 1995-2007 yılları arasında performansı DEA pencere analizi ile analiz etmişleridir.
- Erturan ve Uysal (2013) çalışmalarında, 1981-2010 yılları arası Türkiye demiryolları taşımacılığının verimlilik değerlerini hem Network VZA hem de geleneksel VZA ile karşılaştırmalı olarak araştırmıştır.
- Karahan ve Akdağ (2014), yaptıkları analizde Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı kuruluş olan Diyarbakır Su ve Kanalizasyon İdaresi'nin hizmet etkinliğini VZA ile yıllara göre ölçmüş ve etkinliğin yıllara göre değişimi karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir.
- Doğan ve Ersoy (2017) Tarım Satış Kooperatifleri Birliği olan Marmarabirlik'in 2006-2016 yılları arasındaki etkinlik düzeyini VZA yöntemi kullanılarak belirlemiş ve toplam on bir yıla ilişkin etkinlik ölçümü yapmışlardır.
- Güney (2018), kamu mülkiyetinde olan katılım bankalarının 2016-2017 yılı çeyrek dönemlik etkinliğini VZA ile analiz etmiştir.

Etkinlik ve verimlilik analizlerinde ele alınması gereken girdi ve çıktı değişkenleri üretim konusu, işletme türü ve analizin amacı doğrultusunda belirlenmelidir. Literatürde yer alan söz konusu çalışmalar incelendiğinde etkinliği analiz edilen karar verme birimlerinin, çalışmanın amacı doğrultusunda işletme, yıl, üretim tekniği, hammadde türü olarak belirlenebileceği görülmektedir.

#### **2.4. Analiz Yöntemi ve Veri Seti**

Bu tez çalışmasında, ilk önce Türkiye Taşkömürü Kurumu İşletmelerinin etkinlikleri incelenecektir. Çalışmada daha sonra Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu ve Türkiye Taşkömürü Kurumunun 2009-2017 dönemi itibariyle toplam, teknik ve ölçek etkinlikleri incelenecektir. Etkinlik ölçümünde ele alınan veri zarflama analizi DEAP 2.1 programı ile gerçekleştirilecektir.

TTK işletmelerinin nispi olarak ve ayrıca TTK ile TKİ'nin ise yıllar itibariyle, ele alınan değişkenler doğrultusunda etkinliğinin analiz edildiği bu çalışmada, inceleme dönemi, kullanılan değişkenlere ilişkin verilerin elde edildiği TTK ve TKİ Faaliyet Raporları'nın yayınlandığı dönemi kapsamaktadır. TTK verileri 2009-2017, TKİ verileri ise 2001-2017 dönemi için yayınlanmış olup, çalışmada her iki Kurum için de 2009-2017 dönemi ele alınmıştır. Karar verme birimi (KVB) olarak,

- ilk analizde TTK Armutçuk Taşkömürü İşletme Müessesesi (TİM), Amasra TİM, Kozlu TİM, Üzülmöz TİM ve Karadon TİM belirlenerek söz konusu müesseselerin nispi etkinlikleri,

- ikinci analizde ise gerek TTK gerekse TKİ için 2009-2017 döneminin belirlenmesi ile her bir Kurumun ilgili yıllardaki etkinliği analiz edilecektir.

Analizde etkinliğin ölçümünde, belirli bir çıktı bileşiminin en etkin şekilde elde edilebilmesi için kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini ele alan, diğer ifade ile belirli bir çıktı düzeyini en az girdi ile elde etmeyi amaçlayan girdi odaklı yaklaşım uygulanmıştır.

Analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 18'de yer almaktadır. Değişkenlerin belirlenmesi esnasında literatür çalışmaları da değerlendirilmiştir. Girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin veriler, TTK ve TKİ'nin internet sitesinde yer alan faaliyet raporlarından elde edilmiştir.

Tablo 18. Analizde kullanılan değişkenler

Değişken		Birim
Girdi	G1	Yatırım harcamaları
	G2	Faaliyet giderleri
Çıktı	Ç1	Net satışlar
	Ç2	Satılabilir üretim

Girdiler arasında yer alan yatırım harcamaları, incelenen dönemlerde kömür madenciliğine ilişkin olarak yapılan yatırım harcamaları tutarı olarak ele alınmıştır. Faaliyet giderleri, kömür madenciliği kurumları ve işletme müesseselerine ait gelir tablolarında yer almaktadır. Faaliyet giderleri hesap sınıfının içerisinde yer alan personele ilişkin giderler kömür madenciliğinde istihdamın işletmelerde sebep olduğu gider kalemini teşkil etmektedir.

Çıktı olarak ele alınan net satışlar, kömür işletmelerinin gelir tablosunda yer alan, brüt satışlardan satış indirimlerinin çıkarılması sonucu bulunan hasılat rakamıdır. Satılabilir üretim, üretim yöntemlerinin tümü sonucu elde edilen kömürün satılabilir niteliğe uygun olarak getirilen halidir.

TTK'nın ve TKİ'nin dönemsel etkinliklerinin ele alındığı ikinci analizde girdi ve çıktı değişkenlerinden Türk Lirası (TL) ile ifade edilen yatırım harcamaları, faaliyet giderleri ve net satışlar için, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden yararlanılarak elde edilen deflatör (2009=100) ile reel değerler elde edilerek analize dahil edilmiştir.

Veri zarflama analizinde incelemeye alınan KVB sayısı ile girdi ve çıktı değişkeni sayısı arasındaki ilişkiye esas olarak dikkat edilmesi gereken kurallar bulunmaktadır. Araştırmanın güvenilirliği açısından ele alınması gereken söz konusu kurallar, daha önce açıklanmıştır. Bu kurallardan hangisinin uygulanacağı yapılacak analize göre belirlenebilmektedir.

Çalışmada karar verme birimi olarak belirlenen TTK işletme müesseseleri ve 2009-2017 dönemi dikkate alındığında KVB sayısının analizler için sırasıyla 5 ve 9 olduğu görülmektedir. Değişken sayısı ise 2 adet girdi, 2 adet çıktı olarak belirlenmiştir. Buna göre,

- $5 \geq 1 + (2 + 2)$  ve  $9 \geq 1 + (2 + 2)$
- $9 \geq 1 + (2 + 2)$
- $9 > 2 \times (2 + 2)$

hesaplamalarında görüldüğü üzere, değişken ve KVB sayısı arasındaki ilişkiye esas olarak dikkat edilmesi gereken söz konusu kurallar uygulanmış bulunmaktadır.

TKİ'ye bağlı linyit işletmesi sayısının, veri zarflama analizinde KVB-değişken sayısı noktasında öngörülen kurallara uyulmasını zorlaştırması nedeniyle linyit işletmelerine ilişkin analiz, dönem kapsamında (literatür çalışmalarında da uygulandığı üzere) yapılmıştır.

Analizde etkinlik CCR modeli ve BCC modeli ile belirlenmiştir. Bu analiz sonucunda,

- TTK işletme müesseselerinin herbir yıldaki,

- TTK ve TKİ Kurumu'nun ise ilgili dönemdeki saf teknik, ölçek ve toplam teknik etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Sonuç olarak, Türkiye Taşkömürü ve Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'nun 2009-2017 dönemine ait verileri kullanılarak yapılan bu çalışma ile, işletmelerin ilgili dönemdeki etkinlik düzeyleri karşılaştırılarak elde edilen sonuçların üretim ve pazarlama politikalarına ilişkin alınacak kararlarda kullanılmasının, işletmelere katkı sunması beklenmektedir.

### 3. BULGULAR

Türkiye’de taşkömürü ve linyit madenciliğinde etkinlik analizinde ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında kurulan CCR Modeli ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında kurulan BCC modelinden yararlanılmıştır. Analiz sonucunda CCR modeli ile toplam teknik etkinlik, BCC modeli ile saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değerleri elde edilmiştir. DEAP 2.1. program çıktıları ölçek etkinliği değerlerini de vermektedir. Ancak toplam teknik etkinliğin, saf teknik ve ölçek etkinliğinin çarpımından oluşması nedeniyle, ölçek etkinliği değerleri “toplam teknik etkinlik/saf teknik etkinlik” formülü ile de elde edilebilmektedir.

Girdi odaklı yaklaşıma göre, üretilen çıktılar sabit tutulurken kullanılan girdilerin azaltılmasının mümkün olmadığı durumlar (en az girdi kullanımının gerçekleşmesi) teknik etkinliğin varlığını göstermektedir. Çalışmada kömür madenciliğine ilişkin etkinlik analizinde girdi odaklı yaklaşım ele alınmıştır. Bu doğrultuda bu bölümde Türkiye Taşkömürü Kurumu müesseselerinin etkinlik analiz bulguları ile Türkiye Taşkömürü Kurumu ve Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu’nun dönemsel etkinlik analiz bulgularına yer verilmiştir.

#### 3.1. Türkiye Taşkömürü Kurumu Müesseselerinin Etkinlik Sonuçları

TTK Armutçuk, Amasra, Kozlu, Üzülmöz ve Karadon TİM’in saf teknik etkinlik, ölçek etkinliği ve toplam teknik etkinlik değerleri sırasıyla Tablo 19, Tablo 20 ve Tablo 21’de yer almaktadır.

Girdi odaklı yaklaşım ele alındığında, en uygun girdi düzeyine ulaşılması, saf teknik etkinlik olarak ifade edilebilir. Analiz sonucunda elde edilen etkinlik değerleri etkin TİM’ler için 1 olarak hesaplanmakta, etkinlik değeri 1 olmayan TİM’lerin etkin olmadığı belirtilebilmektedir.

Amasra ve Karadon, 2009-2017 döneminin tamamında saf teknik etkinliğe sahip TİM’lerdir. Amasra ve Karadon TİM’in dönem süresince mevcut çıktının meydana getirilmesi için en uygun girdi bileşimini sağladıkları görülmektedir. Üzülmöz TİM, 2012 yılı haricinde mevcut taşkömürü üretimi ve satış geliri için en uygun kaynak bileşimini

sağlamıştır. Kozlu TİM 2015 ve 2017 yıllarında, Armutçuk TİM ise 2010, 2011 ve 2014 yıllarında üretim ve satış kaynaklı etkinliği elde edememişlerdir.

Tablo 19. TTK müesseseleri saf teknik etkinlik değerleri

Yıl	Armutçuk	Amasra	Kozlu	Üzülmez	Karadon
2009	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2010	0.972	1.000	1.000	1.000	1.000
2011	0.963	1.000	1.000	1.000	1.000
2012	1.000	1.000	1.000	0.950	1.000
2013	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2014	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000
2015	1.000	1.000	0.945	1.000	1.000
2016	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2017	1.000	1.000	0.826	1.000	1.000

2017 yılı için elde edilen sonuçlara göre etkin olmayan TİM, Kozlu olarak tespit edilmiştir. Kozlu TİM'in 2015 yılındaki etkinlik değeri 0,945, 2017 yılında ise 0,826'dır. Buna göre Kozlu TİM 2015 yılında %5,5, 2017 yılında ise %17,4 oranında etkin olmayan bir müessesedir. Diğer bir ifade ile Kozlu TİM'in 2017 için mevcut çıktının meydana getirilebilmesinde kullanılan girdilerin minimize edilmesindeki başarısının %82,6 düzeyinde kaldığı söylenebilir.

Müesseseler için meydana gelen etkinsizlik, dikkate alınan TİM'lere kıyasla satılabilir üretim miktarına ve net satış gelinine göre, etüd ve üretimde mekanizasyon projeleri temel olmak üzere yapılan yatırımın ve katlanılan faaliyet giderlerinin fazlalığından kaynaklanmaktadır.

Ölçek etkinlikleri incelendiğinde ölçek etkinliğine sahip TİM'lerin uygun ölçekte üretim yapma başarısını gösterdikleri ortaya konulmaktadır. TİM'lerin ölçek etkinlik verileri Tablo 20'de verilmektedir. Öte yandan taşkömürü işletmeleri için ölçeğe göre artan, azalan ve sabit getirinin mevcudiyeti incelenecektir.

Dönem süresince uygun ölçekte taşkömürü üretim ve satışı yapan müessesenin özellikle Üzülmez TİM olduğu görülmektedir. Armutçuk TİM, 2012 hariç ölçek etkinliğine sahip bulunmamaktadır. Amasra TİM de iki yıl haricinde uygun ölçekte faaliyet göstermemiştir.

Tablo 20. TTK müesseseleri ölçek etkinlik değerleri

Yıl	Armutçuk	Amasra	Kozlu	Üzülmez	Karadon
2009	0.873 (+)	0.978 (+)	0.978 (+)	0.960 (+)	<b>1.000</b>
2010	0.832 (+)	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
2011	0.844 (+)	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.861 (-)
2012	<b>1.000</b>	0.753 (+)	<b>1.000</b>	0.939 (+)	<b>1.000</b>
2013	0.927 (+)	0.728 (+)	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
2014	0.832 (+)	0.700 (+)	0.996 (+)	<b>1.000</b>	0.921 (-)
2015	0.818 (+)	0.655 (+)	0.979 (+)	<b>1.000</b>	0.826 (-)
2016	0.972 (+)	0.647 (+)	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.807 (+)
2017	0.941 (+)	0.608 (+)	0.913 (+)	<b>1.000</b>	0.695 (-)

(+): Ölçeğe göre artan getiri (-): Ölçeğe göre azalan getiri

Ölçek etkinliğinin bulunduğu dönemler ele alındığında ise Armutçuk, Amasra, Kozlu ve Üzülmez TİM’lerde ölçeğe göre artan getirinin söz konusu olduğu, diğer ifade ile girdilerde aynı oranda artış meydana getirilmesi durumunda çıktı seviyesindeki artışın girdi seviyesindeki artıştan fazla olduğu görülmektedir. Buna göre söz konusu TİM’lerde yatırım harcamaları ve faaliyet giderlerinde söz konusu olan artış, satılabilir kömür üretim miktarının ve kömür satış gelirlerini daha çok artırmaktadır. Karadon TİM için ise dönem süresince çıktı seviyelerindeki artışın girdilerindeki artıştan az olmasını ifade eden ölçeğe göre azalan getirinin söz konusu olduğu görülmektedir.

Bir KVB’nin ölçeğe göre değişken getiri varsayımı (BCC) modeline göre etkin olması için saf teknik etkin olması, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı (CCR) modeline göre etkin olabilmesi için ise hem saf teknik etkinliğe hem de ölçek etkinliğine sahip olması gerekmektedir (Bowlin, 1998). Müesseselerin hem saf teknik etkinliğe hem de ölçek etkinliğe sahip olmaları, toplam<sup>13</sup> teknik etkin faaliyet gösterdikleri şeklinde yorumlanmaktadır. Bu doğrultuda CCR modeline göre, etkin bulunan müessese sayısı BCC modeline göre daha az olacaktır.

Buna göre TTK işletme müesseselerinin kömür madenciliğine ilişkin sahip oldukları toplam etkinlik değerleri Tablo 21’de verilmektedir.

<sup>13</sup> Bu çalışmada kullanılan “toplam teknik etkinlik” kavramı, veri zarflama analizi ile yapılan bazı çalışmalarda “teknik etkinlik” olarak ifade edilebilmektedir.



Tablo 21. TTK müesseseleri toplam teknik etkinlik değerleri

Yıl	Armutçuk	Amasra	Kozlu	Üzülmez	Karadon
2009	0.873	0.978	0.978	0.960	<b>1.000</b>
2010	0.809	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
2011	0.812	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.861
2012	<b>1.000</b>	0.753	<b>1.000</b>	0.892	<b>1.000</b>
2013	0.927	0.728	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
2014	0.824	0.700	0.996	<b>1.000</b>	0.921
2015	0.818	0.655	0.926	<b>1.000</b>	0.826
2016	0.972	0.647	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.807
2017	0.941	0.608	0.755	<b>1.000</b>	0.695

İnceleme döneminde toplam teknik etkinliğe en uzun dönemde (2009, 2012 hariç) Üzülmez TİM sahiptir. Amasra ve Karadon TİM'in dönemin tamamında, saf teknik etkinliğe sahip olmalarına karşın, uygun ölçekte faaliyet göstermemiş olmaları her ikisinin de toplam etkinliğini olumsuz etkilemektedir.

Analizin son yılı olan 2017'de ve ele alınan tüm yıllarda (2009 hariç) toplam teknik etkinliğin en düşük olduğu müessese Amasra TİM'dir. Amasra TİM'in 2017 yılı etkinlik değeri %60,8'dir. Buna göre kaynakların verimli bir şekilde kullanılıyor olmasına karşın, uygun ölçekte faaliyette bulunulmamasından kaynaklanan etkinsizlik düzeyi Amasra TİM için yaklaşık %39 düzeyindedir. Benzer yorumlar tüm müesseseler ve yıllar için bu doğrultuda yapılabilir.

Girdi odaklı modellerde etkin olan ve etkin olmayan KVB'lerin etkinlik değerleri arasındaki fark, mevcut çıktının bu fark nispetinde daha az girdiyle elde edilebileceğini ortaya koymaktadır (Türker Kaya ve Doğan, 2005). Yapılan analiz neticesinde etkin olmayan KVB'lerin etkin olabilmeleri için değişkenlerinde yapmaları gereken değişiklikler belirlenebilmektedir.

Çalışmada kullanılan değişkenler doğrultusunda etkin bulunmayan TİM'lerinin etkin olabilmeleri için girdi değişkenlerinde değişikliğe gitmeleri, mevcut kömür üretimi ve satış gelirleri için yatırım harcamaları ve faaliyet giderlerinin azaltılması gerekmektedir. Bu doğrultuda etkin olmayan TİM'lerin etkin hale gelmesi için hedeflemesi gereken girdi değişken değerleri, analiz dönemi kapsamında belirlenmiştir. CCR modeline göre etkin

bulunmayan TİM'in etkinlik için girdilerinde yapmaları gereken iyileştirme değerleri Tablo 22'de verilmektedir.

Tablo 22. Hedef girdi değerleri ve iyileştirme oranları

Yıllar	Müesseseler	Değişkenler	Gerçekleşen	Hedef	İyileştirme
2009	Armutçuk	Yatırım harcamaları	6.084.337,00	2.727.860,34	-55,17
		Faaliyet giderleri	15.512.270,00	13.537.577,19	-12,73
	Amasra	Yatırım harcamaları	1.739.000,00	1.700.869,58	-2,19
		Faaliyet giderleri	11.359.052,00	8.440.920,85	-25,69
	Kozlu	Yatırım harcamaları	10.804.805,00	4.370.415,81	-59,55
		Faaliyet giderleri	22.184.987,00	21.689.102,12	-2,24
	Üzülmez	Yatırım harcamaları	5.368.430,00	4.370.583,33	-18,59
		Faaliyet giderleri	22.604.601,00	21.689.933,46	-4,05
	Karadon	Yatırım harcamaları	8.457.388,00	8.457.388,00	0,00
		Faaliyet giderleri	41.971.556,00	41.971.556,00	0,00
2010	Armutçuk	Yatırım harcamaları	5.053.892,00	4.091.039,53	-19,05
		Faaliyet giderleri	15.409.889,00	12.474.042,79	-19,05
	Amasra	Yatırım harcamaları	1.952.607,00	1.952.607,00	0,00
		Faaliyet giderleri	12.391.755,00	12.391.755,00	0,00
	Kozlu	Yatırım harcamaları	16.553.858,00	16.553.858,00	0,00
		Faaliyet giderleri	23.520.184,00	23.520.184,00	0,00
	Üzülmez	Yatırım harcamaları	5.059.267,00	5.059.267,00	0,00
		Faaliyet giderleri	23.015.008,00	23.015.008,00	0,00
	Karadon	Yatırım harcamaları	12.972.940,00	12.972.940,00	0,00
		Faaliyet giderleri	36.858.363,00	36.858.363,00	0,00
2011	Armutçuk	Yatırım harcamaları	2.991.186,00	2.429.124,61	-18,79
		Faaliyet giderleri	15.901.560,00	12.913.563,60	-18,79
	Amasra	Yatırım harcamaları	1.540.746,00	1.540.746,00	0,00
		Faaliyet giderleri	14.276.102,00	14.276.102,00	0,00
	Kozlu	Yatırım harcamaları	12.321.267,00	12.321.267,00	0,00
		Faaliyet giderleri	25.261.801,00	25.261.801,00	0,00
	Üzülmez	Yatırım harcamaları	4.804.372,00	4.804.372,00	0,00
		Faaliyet giderleri	24.573.850,00	24.573.850,00	0,00
	Karadon	Yatırım harcamaları	12.675.201,00	10.914.935,64	-13,89
		Faaliyet giderleri	41.406.857,00	35.656.490,13	-13,89

Tablo 22'nin devamı

2012	<b>Armutçuk</b>	Yatırım harcamaları	3.654.569,00	3.654.569,00	0,00
		Faaliyet giderleri	17.467.502,00	17.467.502,00	0,00
	<b>Amasra</b>	Yatırım harcamaları	4.226.554,00	3.182.064,02	-24,71
		Faaliyet giderleri	14.456.414,00	10.883.863,05	-24,71
	<b>Kozlu</b>	Yatırım harcamaları	9.979.697,00	9.979.697,00	0,00
		Faaliyet giderleri	27.754.958,00	27.754.958,00	0,00
	<b>Üzülmez</b>	Yatırım harcamaları	6.446.236,00	5.751.876,27	-10,77
		Faaliyet giderleri	26.439.204,00	23.591.291,12	-10,77
	<b>Karadon</b>	Yatırım harcamaları	10.762.512,00	10.762.512,00	0,00
		Faaliyet giderleri	44.704.943,00	44.704.943,00	0,00
2013	<b>Armutçuk</b>	Yatırım harcamaları	6.352.688,00	3.887.662,42	-38,80
		Faaliyet giderleri	19.332.091,00	17.920.792,89	-7,30
	<b>Amasra</b>	Yatırım harcamaları	17.691.099,00	2.631.143,45	-85,13
		Faaliyet giderleri	16.650.919,00	12.128.670,60	-27,16
	<b>Kozlu</b>	Yatırım harcamaları	6.226.117,00	6.226.117,00	0,00
		Faaliyet giderleri	28.700.268,00	28.700.268,00	0,00
	<b>Üzülmez</b>	Yatırım harcamaları	1.566.252,00	1.566.252,00	0,00
		Faaliyet giderleri	28.875.225,00	28.875.225,00	0,00
	<b>Karadon</b>	Yatırım harcamaları	5.059.698,00	5.059.698,00	0,00
		Faaliyet giderleri	46.177.563,00	46.177.563,00	0,00
2014	<b>Armutçuk</b>	Yatırım harcamaları	3.693.264,00	1.630.448,83	-55,85
		Faaliyet giderleri	22.181.646,00	18.273.801,16	-17,62
	<b>Amasra</b>	Yatırım harcamaları	2.186.971,00	1.115.286,23	-49,00
		Faaliyet giderleri	17.867.282,00	12.499.943,81	-30,04
	<b>Kozlu</b>	Yatırım harcamaları	8.433.564,00	2.649.385,70	-68,59
		Faaliyet giderleri	29.822.333,00	29.693.877,18	-0,43
	<b>Üzülmez</b>	Yatırım harcamaları	2.772.635,00	2.772.635,00	0,00
		Faaliyet giderleri	31.075.235,00	31.075.235,00	0,00
	<b>Karadon</b>	Yatırım harcamaları	7.183.887,00	4.208.171,95	-41,42
		Faaliyet giderleri	51.221.358,00	47.164.495,99	-7,92
2015	<b>Armutçuk</b>	Yatırım harcamaları	7.486.543,00	2.400.607,44	-67,93
		Faaliyet giderleri	22.541.564,00	18.434.534,86	-18,22
	<b>Amasra</b>	Yatırım harcamaları	4.608.947,00	1.772.878,77	-61,53
		Faaliyet giderleri	20.795.337,00	13.614.135,69	-34,53
	<b>Kozlu</b>	Yatırım harcamaları	6.101.691,00	4.030.338,01	-33,95
		Faaliyet giderleri	33.437.983,00	30.949.419,40	-7,44

Tablo 22'nin devamı

2015	<b>Üzülmez</b>	Yatırım harcamaları	4.252.127,00	4.252.127,00	0,00
		Faaliyet giderleri	32.652.562,00	32.652.562,00	0,00
	<b>Karadon</b>	Yatırım harcamaları	6.719.778,00	5.552.292,42	-17,37
		Faaliyet giderleri	54.598.710,00	42.636.678,64	-21,91
2016	<b>Armutçuk</b>	Yatırım harcamaları	8.481.795,00	4.012.820,90	-52,69
		Faaliyet giderleri	22.414.727,00	21.778.452,03	-2,84
	<b>Amasra</b>	Yatırım harcamaları	7.847.573,00	2.556.333,94	-67,43
		Faaliyet giderleri	21.443.180,00	13.873.780,42	-35,30
	<b>Kozlu</b>	Yatırım harcamaları	5.295.512,00	5.295.512,00	0,00
		Faaliyet giderleri	36.921.596,00	36.921.596,00	0,00
	<b>Üzülmez</b>	Yatırım harcamaları	6.819.605,00	6.819.605,00	0,00
		Faaliyet giderleri	37.011.480,00	37.011.480,00	0,00
	<b>Karadon</b>	Yatırım harcamaları	8.436.485,00	6.809.239,90	-19,29
		Faaliyet giderleri	57.922.955,00	40.439.231,28	-30,18
2017	<b>Armutçuk</b>	Yatırım harcamaları	5.431.526,00	5.109.985,05	-5,92
		Faaliyet giderleri	24.594.516,00	21.060.465,96	-14,37
	<b>Amasra</b>	Yatırım harcamaları	3.744.960,00	2.275.464,36	-39,24
		Faaliyet giderleri	20.958.152,00	9.378.176,13	-55,25
	<b>Kozlu</b>	Yatırım harcamaları	8.438.452,00	6.367.297,44	-24,54
		Faaliyet giderleri	41.155.215,00	26.242.395,95	-36,24
	<b>Üzülmez</b>	Yatırım harcamaları	9.583.208,00	9.583.208,00	0,00
		Faaliyet giderleri	39.496.559,00	39.496.559,00	0,00
	<b>Karadon</b>	Yatırım harcamaları	22.483.813,00	10.328.788,50	-54,06
		Faaliyet giderleri	61.227.727,00	42.569.419,79	-30,47

Analiz sonucunda etkinliğe sahip bulunmadığı belirlenen TİM'lerin etkinsizlik durumu, ele alınan diğer TİM'lere kıyasla net satış geliri ve satılabilir üretim miktarına göre yapılan yatırımın harcamalarının ve faaliyet giderlerinin fazlalığından kaynaklanmaktadır.

Tablo 22'de yer alan sonuçlara göre, Armutçuk TİM'in 2017 yılında etkinliğini sağlaması için, yatırım harcamalarını %5,92, faaliyet giderlerini ise %14,37 oranında azaltması, potansiyel iyileştirme önerisi olarak ele alınabilirdi. Armutçuk TİM'in ilgili yılda gerçekleşmiş olan girdi değerlerinde söz konusu değişiklikleri yapması durumunda ölçek etkinliğini dolayısıyla, toplam teknik etkinliğini sağlaması söz konusu olabilirdi.

Amasra TİM için ise 2017 verilerine göre yatırım harcamaları %39,24 ve faaliyet giderleri %55,25 azaltılarak etkinlik sağlanabilirdi. Kozlu TİM'in yatırım harcamalarını %24,54 ve faaliyet giderlerini %36,24 azaltması gerek saf teknik gerekse ölçek etkinliğine ulaşması noktasında dikkate alması gereken öneriler olarak belirtilebilir. Benzer şekilde Karadon TİM'in 2017 yılında etkin olması için yatırım harcamalarını 54,06 oranında, faaliyet giderlerini ise %30,47 oranında azaltması gerekliliğinden bahsedilebilir.

Kömür net satış geliri ve satılabilir üretim düzeyinin elde edilebilmesinde, uygun girdi bileşimini sağlayan ve uygun ölçekte faaliyet gösteren Üzümez TİM'in değişkenlerine ilişkin olarak herhangi bir düzenleme yapması gerekmemektedir.

Hedef girdi değerleri ve iyileştirme önerileri inceleme döneminin son beş yılına ilişkin olarak değerlendirmeye tabi tutulduğunda, özellikle Armutçuk ve Amasra TİM'in girdi değişkenlerinde geçmiş dönemlere ilişkin yapması gerekli olan düzenlemeler, ilgili TİM'lerin bundan sonraki proje değerlendirmeleri, üretim politikaları ve planlamalarında dikkate alması gereken hususlarda yol gösterici olabilmektedir. Benzer yorum Karadon ve Kozlu TİM için de ele alınabilir.

### **3.2. Türkiye Taşkömürü Kurumu ve Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'nun Dönemsel Etkinlik Sonuçları**

Türkiye'deki kömür rezervleri temel olarak taşkömürü ve linyit olarak sınıflandırılmakla birlikte, rezerv, üretim payı, tüketim özellikleri dikkate alındığında Türkiye'nin linyit açısından önceliğe sahip bir ülke olduğu bilinmektedir. Bu doğrultuda taşkömürü madenciliğinin yanı sıra linyit kömürü işletmelerine ilişkin etkinlik analizinin yapılması önemli olacaktır.

Bu noktadan hareketle kömür madenciliğinin bütün olarak ele alınması ile linyit ve taşkömürü madenciliğinin etkinlik değişiminin belirlenmesi amacıyla çalışmanın devamında linyit ve taşkömürü madenciliğinin yıllar itibariyle etkinliğinin analizi ile devam edilecektir. KVB olarak 2009-2017 döneminin belirlenmesi ile TTK ve TKİ'nin ilgili yıllardaki etkinliği analiz edilecektir.

TTK'nın ilgili yıllardaki etkinlik değerleri Tablo 23'te verilmektedir. TTK'nın 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015 ve 2017 yıllarında teknik etkinliğe sahip olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuca göre Türkiye Taşkömürü Kurumu'nun ilgili yıllarda mevcut satılabilir taşkömürü üretiminin ve net satış gelirlerinin elde edilmesinde yatırım harcamaları ve faaliyet giderlerinin uygun düzeyde olduğu (en uygun girdi bileşimine sahip

olduğu) söylenebilir. TTK 2009, 2010, 2011 ve 2014 yıllarında uygun ölçekte faaliyet gösterme etkinliğine de sahip olması nedeniyle toplam etkinliğe sahiptir.

Tablo 23. Türkiye Taşkömürü Kurumu'nun etkinlik değerleri

Yıl	TTE	STE	ÖE	ÖGG
2009	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	Sabit
2010	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	Sabit
2011	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	Sabit
2012	0.928	<b>1.000</b>	0.928	Artan
2013	0.786	0.988	0.796	Artan
2014	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	Sabit
2015	0.793	<b>1.000</b>	0.793	Artan
2016	0.665	0.980	0.678	Artan
2017	0.640	<b>1.000</b>	0.640	Artan

TTE: Toplam teknik etkinlik STE: Saf teknik etkinlik ÖE: Ölçek etkinliği ÖGG: Ölçeğe göre getiri

Linyit üretimine ilişkin dönemsel etkinlik analizi sonucunda elde edilen etkinlik değerleri Tablo 24'te verilmektedir. Tablo 24'te yer alan etkinlik değerlerine göre linyit üretimi yapan TKİ 2009, 2010, 2011, 2012, 2014 ve 2015 yıllarında saf teknik etkinliğe sahiptir. Buna göre TKİ'de ilgili yıllarda satılabilir linyit üretimi ve net satış gelirinin ortaya çıkarılmasında kullanılacak en uygun girdi bileşiminin mevcut bulunduğu, diğer bir ifade ile en az faaliyet gideri ve yatırım harcaması kullanımının gerçekleştiği söylenebilir.

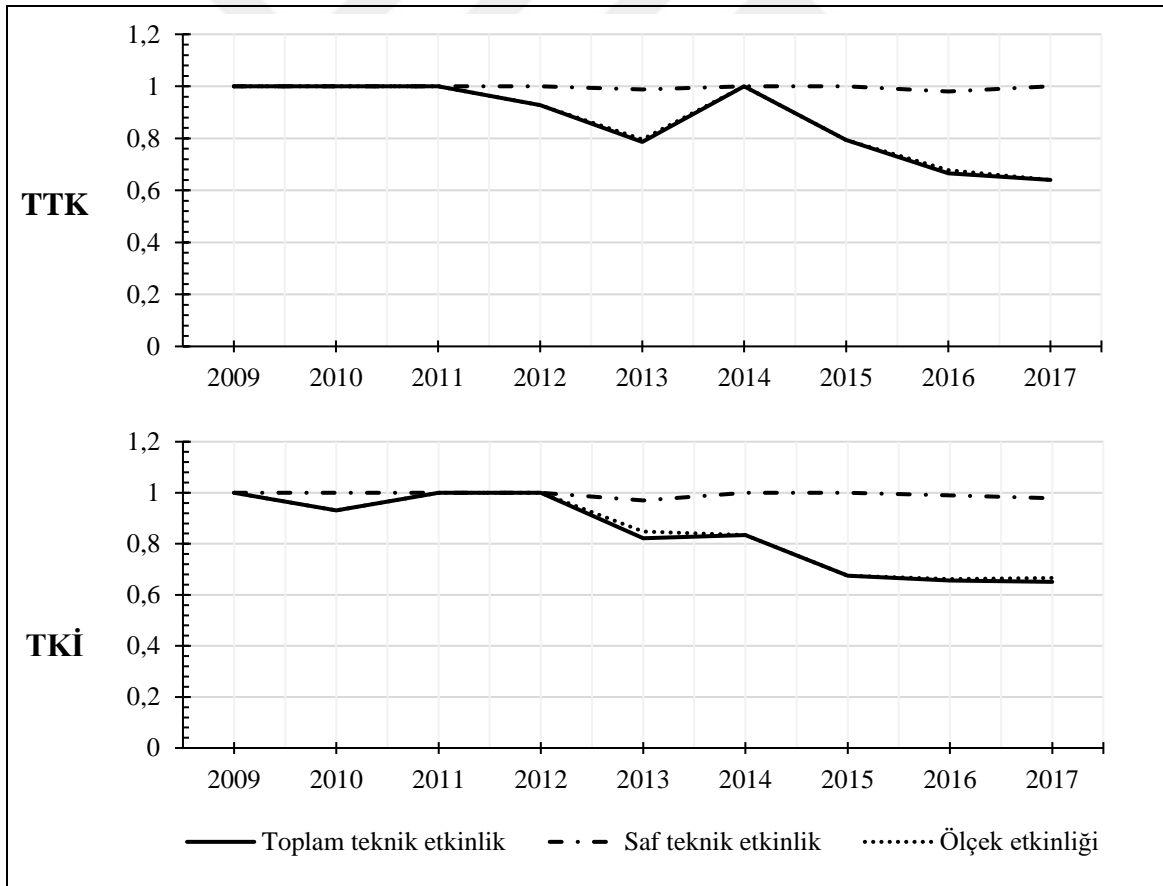
Tablo 24. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'nun etkinlik değerleri

Yıl	TTE	STE	ÖE	ÖGG
2009	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	Sabit
2010	0.931	<b>1.000</b>	0.931	Artan
2011	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	Sabit
2012	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	Sabit
2013	0.822	0.970	0.848	Artan
2014	0.834	<b>1.000</b>	0.834	Artan
2015	0.675	<b>1.000</b>	0.675	Artan
2016	0.656	0.990	0.662	Artan
2017	0.651	0.978	0.666	Artan

TTE: Toplam teknik etkinlik STE: Saf teknik etkinlik ÖE: Ölçek etkinliği ÖGG: Ölçeğe göre getiri

2009, 2011 ve 2012 yıllarında teknik etkinliğin yanı sıra TKİ için ölçek etkinliği de söz konusudur. Söz konusu yıllarda TKİ en uygun ölçekte üretim yapma başarısı göstermekte ve girdilerde meydana gelen bir artış çıktılarda aynı oranda artışa neden olmaktadır. TKİ'nin ölçek etkinliği ise 2010, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 yılında artan yapıdadır. Buna göre ilgili yıllarda TKİ için, çıktı miktarındaki artış girdi miktarındaki artıştan daha fazladır.

Taşkömürü ve linyit için analiz sonucu hesaplanan etkinlik değerleri grafik gösterimi ile Şekil 13'te verilmektedir. Şekil 13 aracılığı ile ele alınan döneme ilişkin, TTK ve TKİ için hesaplanan etkinlik değerleri ve değerlerdeki değişim net bir şekilde görülebilmektedir. Linyit ve taşkömürü işletmeleri için etkinliğin dönem süresince benzer olduğu, 2014 yılındaki etkinlik artışı haricinde her iki kurum için de toplam teknik etkinliğin azaldığı, saf teknik etkinliğin ise dönem süresince değişmediği Şekil 13 vasıtasıyla net görülmektedir.



Şekil 13. TTK ve TKİ etkinlik değerlerinin yıllar itibariyle görünümü

Veri zarflama analizi ile etkin olmayan yılların etkin olabilmeleri için hangi yılın ve ne oranda referans alınacağı belirlenebilmektedir. Buna göre analiz döneminin son yılı ele alındığında, 2017 yılında TTK'nın etkinliği sağlamış olması nedeniyle, sadece TKİ'nin etkin olmadığı bu yıl için belirlenen referans kümesi ve ilgili yılların referans alınma oranları Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. Referans alınması gereken yıllar

TKİ		
Yıl	Referans Kümesi / $\lambda$	
2017	2009	2015
	0,087	0,913

Tablo 25'te verilen değerler şu şekilde yorumlanmaktadır: Linyit madenciliğine ilişkin olarak TKİ'nin etkin olmadığı son yıl olan 2017 yılında etkin olabilmesi için 2009 ve 2015 yıllarını referans alması gerekmektedir. Diğer bir ifade ile 2009 yılını 0,087 ve 2015 yılını ise 0,913 yoğunluk oranında referans alarak, 2017 yılının etkinlik sınırına gelmesi söz konusu olabilirdi.

Etkin olunmayan yıllara ait sayısal değerler ile referans alınan yıllara ait oranlar çarpıldığında, etkinliği artırmak için alınması gereken değerler bulunabilmektedir. Örneğin TKİ'nin için,

$G1_{2017}$  : 2017 yılına ait yatırım harcamaları değişkeni hedef değeri,

$G2_{2017}$  : 2017 yılına ait faaliyet giderleri değişkeni hedef değeri,

$G1_{2009}$  : 2009 yılına ait yatırım harcamaları değişkeni cari değeri,

$G2_{2009}$  : 2009 yılına ait faaliyet giderleri değişkeni cari değeri,

$G1_{2015}$  : 2015 yılına ait yatırım harcamaları değişkeni cari değeri,

$G2_{2015}$  : 2015 yılına ait faaliyet giderleri değişkeni cari değeri,

olarak belirtilirse aşağıdaki denklemler ile TKİ'nin 2017 yılında etkin olabilmesi için yatırım harcamaları değişkeninin ulaşması gereken değer ( $G1_{2017}$ ) ve faaliyet giderleri değişkeninin ulaşması gereken değer ( $G2_{2017}$ ) belirlenebilecektir <sup>14</sup>.

$$G1_{2017} = (G1_{2009} * 0,087) + (G1_{2015} * 0,913)$$

$$G2_{2017} = (G2_{2009} * 0,087) + (G2_{2015} * 0,913)$$

<sup>14</sup> Diğer yıllara ilişkin hedef değerler de benzer denklemlerle bulunabilir.



Bu doğrultuda 2017 yılında TKİ'nin girdilerinin gerçekleşen ve hedeflenen değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

	<b><u>Gerçekleşen değerler</u></b>	<b><u>Hedef değerler</u></b>	<b><u>İyileştirme</u></b>
<b><u>Girdi 1</u></b>	47.531.145 TL	41.976.784 TL	-11,69
<b><u>Girdi 2</u></b>	257.622.205 TL	251.880.985 TL	-2,23

Yapılan hesaplamalar 2017 yılında (etkinliğin olmadığı tüm yıllarda) mevcut çıktıların daha az yatırım harcaması ve faaliyet gideri ile sağlanabileceğini ortaya koymaktadır. Buna göre geçmiş yıllarda gerçekleştirilmiş olması durumunda etkinliğin sağlanmasına olanak tanıyacak olan girdilerin uygun kullanımının gerekliliği, girdi odaklı değerlendirme doğrultusunda gelecek dönemlere ilişkin öneri olarak ele alınabilir.



#### 4. TARTIŞMA

Doğal kaynaklar arasında yer alan madenler, bir kısım işlemler sonucu insanlığın faydasına uygun hale getirilmekte ve bu konuda madenlerden elde edilebilecek en üst düzey faydaya ulaşılması, kaynakların kullanımı ve üretim açısından etkinliğin ve verimliliğin sağlanması gerekliliğini beraberinde getirmektedir.

Bu doğrultuda üretim başta olmak üzere işletme politika kararlarında yol gösterici olarak kullanılmasının önemi gözönüne alınarak, etkinlik ve verimliliğin belirlenmesi amacıyla analizler gerçekleştirilmelidir. Etkinlik ölçümünde sıklıkla kullanılan yöntemlerden bir tanesi veri zarflama analizidir.

Veri zarflama analizi ile etkinlik sonuçlarının değerlendirilmesinde önem verilmesi gereken ve bu doğrultuda bu çalışma sonuçlarının değerlendirilmesi bakımından açıklayıcı olan hususlar bulunmaktadır.

Veri zarflama analizi ile seçilen değişkenler doğrultusunda etkinlik analizi gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle analiz sonucunda elde edilen değerler, girdi ya da çıktı değişkenlerinde değişiklik yapılması durumunda değişebilmektedir. Analiz kapsamında bulunan bir değişkenin kapsam dışı tutulması ya da analizde yer almayan değişkenin analize dahil edilmesi etkinlik sonuçlarını değiştirebilecektir. Bu nedenle çalışmada kömür madenciliğine ilişkin belirlenen etkinlik değerlerinin, kullanılan değişkenler doğrultusunda hesaplandığı dikkate alınmalıdır.

Girdilerin minimizasyonu veya çıktıların maksimizasyonu odaklarından birinin esas alınarak etkinliğin belirlenecek olması her ne kadar etkinlik değerlerinde dikkate değer farklılık yaratmasa da girdi ve çıktılarına ilişkin yapılması gereken iyileştirmeler konusunda belirleyici olmaktadır.

Öte yandan veri zarflama analizinin göreceli etkinlik ölçümü yapması nedeniyle, ele alınan karar verme birimlerinde değişikliğe gidilmesi de analiz sonuçlarını değiştirebilmektedir. Örneğin, Türkiye Taşkömürü Kurumu ve Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'na ilişkin dönemsel etkinliğin ölçülmesi amacıyla, karar verme birimi olarak yılların ele alındığı analizde KVB'lerde değişikliğe gidilmesi diğer bir ifade ile analiz döneminin değiştirilmesi etkinlik değerlerinde değişikliğe neden olabilmektedir.

Karar verme birimi sayısının mümkün olduğunca fazla olması, yöntem olarak veri zarflama analizi için önemlidir. Fakat etkinlik ölçümü yapılacak olan KVB'lerin belirlenmesinde, ele alınan girdi ve çıktı sayıları ile bağlantılı olarak dikkat edilmesi gerekli olan kurallar bulunmaktadır. Etkinlik ölçümü amacıyla yapılan herhangi bir çalışma konusu dahilinde KVB sayısının çok belirlenemediği durumlarda, söz konusu kurallara uyularak girdi-çıktı değişken sayısının düzenlenmesi, araştırmanın ve çalışma sonuçlarının güvenilirliği açısından üzerinde durulması gereken bir konudur.



## 5. SONUÇLAR

Türkiye için kömür üretiminin artırılarak enerji ihtiyacının karşılanması, enerji üretiminde yararlanılacak yerli kömürün üretimin artırılması, öneme sahiptir. Mevcut kaynakların etkin kullanımı, kömür madenciliğinde gelişme sağlanabilmesi için önemlidir. Bu amaçla enerji politikalarında taşkömürü ve linyit üretimine önem verilmesi gerekmektedir. Mevcut kömür rezervlerinin en uygun şekilde işletilip üretimde artışın sağlanması ve tüm enerji kaynakları dikkate alındığında kömürün önemli bir alternatif olma avantajına sahipliğinin sürdürülebilirliği için üretimde etkinliğin tespit edilmesi ve artırılmasına ilişkin çalışmalara yer verilmesi gerekmektedir.

Bu doğrultuda da kömür madenciliğinde sınırlı kaynaklar ile hedeflere ulaşılma derecesinin belirlenmesi için performans ölçümlerinin yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada taşkömürü ve linyit işletmelerinin üretim ve satış geliri doğrultusunda etkinliği analiz edilmiştir.

Türkiye Taşkömürü Kurumu'na bağlı 5 adet Taşkömürü İşletme Müessesesinin (Armutçuk, Amasra, Kozlu, Üzülmöz, Karadon) 2009-2017 dönemindeki etkinlik analizleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ayrıca kömür madenciliğinin bütün olarak ele alınması ile linyit ve taşkömürü madenciliğinin etkinlik değişiminin belirlenmesi amacıyla çalışmada ayrıca linyit ve taşkömürü madenciliğinin yıllar itibarıyla etkinliğinin analizi de yapılmıştır.

Türkiye Taşkömürü Kurumu'na bağlı 5 adet taşkömürü işletme müessesesinin etkinliği ile bağlantılı olarak Amasra ve Karadon taşkömürü işletme müessesesinin dönem süresince saf teknik etkinliğe sahip olduğu, bu müesseselerin mevcut taşkömürü satılabilir üretimi ve satış geliri için en uygun kaynak bileşimini sağladıkları belirlenmiştir. Diğer bir ifade ile Amasra ve Karadon TİM dönemin tamamında, mevcut kömür üretimi ve satışı için en uygun girdi kullanan (yatırım harcamalarını ve faaliyet giderlerini en uygun değerlendiren) birimlerdir. Diğer TİM'lerin dönem süresince etkin oldukları ve olmadıkları yıllar bulunmaktadır.

Etkin olmayan müesseselerde meydana gelen etkinsizlik, dikkate alınan TİM'lere kıyasla satılabilir üretim miktarına ve net satış gelirine göre yapılan yatırımın ve katlanılan faaliyet giderlerinin fazlalığından ileri gelmektedir. Bu müesseseler için söz konusu girdilerde yapılması gereken iyileştirmeler, etkin hale gelmelerini sağlayacaktır. Etkin

olmayan müesseselere ilişkin iyileştirme önerilerinin yatırım harcamalarında ve faaliyet giderlerinde azaltmaya gidilmesi şeklinde olacağı açıktır. Çalışmada bu iyileştirme oranları belirtilmektedir.

Taşkömürü işletme müesseseleri arasında ölçek etkinliği en yüksek olan, Üzülmaz taşkömürü işletme müessesesidir. Bu da Üzülmaz TİM'in uygun ölçekte üretim yapma başarısı gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu ve Türkiye Taşkömürü Kurumu'nun 2009-2017 dönemindeki etkinliği değerlendirildiğinde dönem süresince saf teknik etkinliğin bazı yıllarda azalıp bazı yıllarda artmakla birlikte önemli bir değişiklik göstermediği belirlenmiştir. Burada ifade edilmesi gereken husus, dönemin son yılları olan 2016 ve 2017'de linyit üretiminde etkinliğin sağlanamamış olmasıdır. Taşkömürü madenciliğinde ise 2017 yılında etkinlik söz konusudur. Her iki kömür işletmesinde etkinliğin sağlanabilmesi, kömür üretiminin ve net satış gelirinin, mümkün olan en az yatırım harcaması ve faaliyet gideri ile elde edilebilmesi ile ilişkilidir.

## 6. ÖNERİLER

Veri zarflama analizi girdi ve çıktı odaklı olarak ele alınabilmektedir. Girdi odaklı modellerde çalışmada da belirtildiği gibi, mevcut çıktıların en az girdi ile üretildiği karar verme birimleri etkin kabul edilmektedir.

Kömür madenciliğinde çıktıların meydana getirilebilmesi farklı birtakım faktörlere bağlı olarak yapılmakla beraber işgücüne önemli ölçüde bağlıdır. Bu nedenle çıktıların artırılması konusunda çok esnek olamayacağından yola çıkılarak, girdi odaklı yaklaşım ele alınmıştır. Analiz sonucunda da mevcut üretim ve gelirle bağlantılı olarak, etkinliğin sağlanması için yatırım harcamaları ve faaliyet giderlerine ilişkin iyileştirme önerileri çalışmada sunulmuştur.

Öte yandan yapılan mevcut yatırım harcamaları ve faaliyet giderleri ile bağlantılı olarak ortaya çıkarılması mümkün olan en çok satılabilir kömür üretimi ve kömür net satış gelirinin belirlenmesi esas alınarak kömür madenciliğine ilişkin farklı bir durum analizi gerçekleştirilebilir. Çıktı odaklı olarak ele alınacak olan analizde mevcut girdilerin kullanımı sonucu en çok çıktının meydana getiriliyor olması temel alınmaktadır. Diğer bir ifade ile mevcut yatırım harcamaları ve faaliyet giderleri sonucu kömür üretimi ve satış gelirlerinin maksimize edilmesi, odak noktası olarak belirlenebilir. Örneğin yatırım harcamalarının etkin kullanımı sonucu, personel motivasyonunu artırıcı ücretlendirmenin veya çalışma ortamının iyileştirmesini sağlayan planlamaların, mekanizasyon harcamalarının, kömür üretiminde ve satışlarda sebep olacağı artış ele alınabilecektir. Bu doğrultuda yapılacak incelemeler, kömür madenciliğinde etkinlikte artışı sağlayacak olan üretim ve gelir maksimizasyonuna işaret edecektir.

## 7. KAYNAKLAR

- Akal, Z., 2002. İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi: Çok Yönlü Performans Göstergeleri, MPM Yayınları No: 473, Ankara.
- Aktaş, H., 2001. İşletme Performansının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı, Yönetim ve Ekonomi, 7, 1, 163-175.
- Alpugan, O., 1998. İşletme Bilimine Giriş, Per Yayınları, Trabzon.
- Andersen, P. and Petersen, N.C., 1993. A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis, Management Science, 39, 10, 1261-1264.
- Aydın, G. ve Kesimal, A., 2007. Kömür Madenciliğinde Metan Drenajının Uygulanabilirliğinin Araştırılması, Madencilik, 46, 4, 11-20.
- Aydın, H. ve Önsoy, G., 2011. Zonguldak Taşkömürü Havzası Kömür İşletmelerinde Verimlilik Analizi, Madencilik, 50, 1, 33-41.
- Bakhshoodeh, M. and Thomson, K.J., 2001. Input and Output Technical Efficiencies of Wheat Production in Kerman, Iran, Agricultural Economics, 24, 307-313.
- Bakırcı, F., Yakut, E., Demirci, A. ve Gündüz, M., 2014. Efficiency Measurement in Turkish Coal Enterprises Using Data Envelopment Analysis and Data Mining, Canadian Social Science, 10, 1, 103-110.
- Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W., 1984. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, Management Science, 30, 9, 1078-1092.
- Banker, R.D., Cooper, W.W., Seiford, L.M., Thrall, R.M. and Zhu, J., 2004. Returns to Scale in Different DEA Models, European Journal of Operational Research, 154, 345-362.
- Başkaya, Z. ve Avcı, B., 2011. Veri Zarflama Analizi, Dora Yayıncılık, Bursa.
- Berger, A. N. ve Humphrey, D. B., 1997. Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research, European Journal of Operational Research, 98, 175-212.
- Boussofiane, A., Dyson, R.G. and Thanassoulis, E., 1991. Applied Data Envelopment Analysis, European Journal of Operational Research, 52, 1, 1-15.
- Bowlin, W.F., 1998. Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA), The Journal of Cost Analysis, 15, 2, 3-27.
- BP, 2018. Statistical Review of World Energy.

- Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E., 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units, European Journal of Operational Research, 2, 6, 429-444.
- Cingi, S. ve Tarım, Ş.A., 2000. Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü DEA-Malmquist TFP Endeksi Uygulaması, Türkiye Bankalar Birliği Araştırma Tebliği Serisi, Sayı: 2000-01.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. ve Tone, K. Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses, USA: Springer, [http://www.springer.com/cda/content/document/cda\\_downloaddocument/9780387285801-c2.pdf?SGWID=0-0-45-315612-p79371721](http://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/9780387285801-c2.pdf?SGWID=0-0-45-315612-p79371721) 6 Ekim 2016.
- Çimen, S., 2011. The Analysis of Total Factor Efficiency in The Public Lignite Mining Organizations in Turkey, Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dinçer, S.E., 2008. Veri Zarflama Analizinde Malmquist Endeksiyle Toplam Faktör Verimliliği Değişiminin İncelenmesi ve İMKB Üzerine Bir Uygulama, Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 25, 2, 825-846.
- Dinçer, S. E., 2011. Stratejik Planlama ve Veri Zarflama Analizinde Etkinlik Ölçümü, Der Yayınları, İstanbul.
- Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), 1991. Madencilik Sektörü Enerji Hammaddeleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu Taşkömürü Raporu, Yayın No: DPT: 2286, ÖİK: 398, Ankara.
- Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Enerji Hammaddeler Alt Komisyonu Kömür Çalışma Grubu, Yayın No: DPT: 2605, ÖİK: 616, Ankara.
- Doğan, N.Ö. ve Ersoy, Y., 2017. Tarım Satış Kooperatifleri Birliklerinde VZA ile Etkinlik Ölçümü: Marmarabirlik Örneği, Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi, 52 Özel Sayı, 627-641.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), 2014. Denge Tablosu.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), 2015. Denge Tablosu.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), 2016. Denge Tablosu.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), 2017. Denge Tablosu.
- Ergin, H., 1987. Yeraltı Kömür İşletmeciliğinde Maliyet Kontrolü Standart Maliyetler İle Kontrol, T.C. Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 226, İİBF Yayın NO: 50, Eskişehir.
- Ersoy Meriçboyu, A, Gürbüz Berker, Ü. ve Küçükbayrak, S., 1998. Kömür Özellikleri, Teknolojisi ve Çevre İlişkileri, Editör Orhan Kural, 149-163, Özgün Ofset, İstanbul.

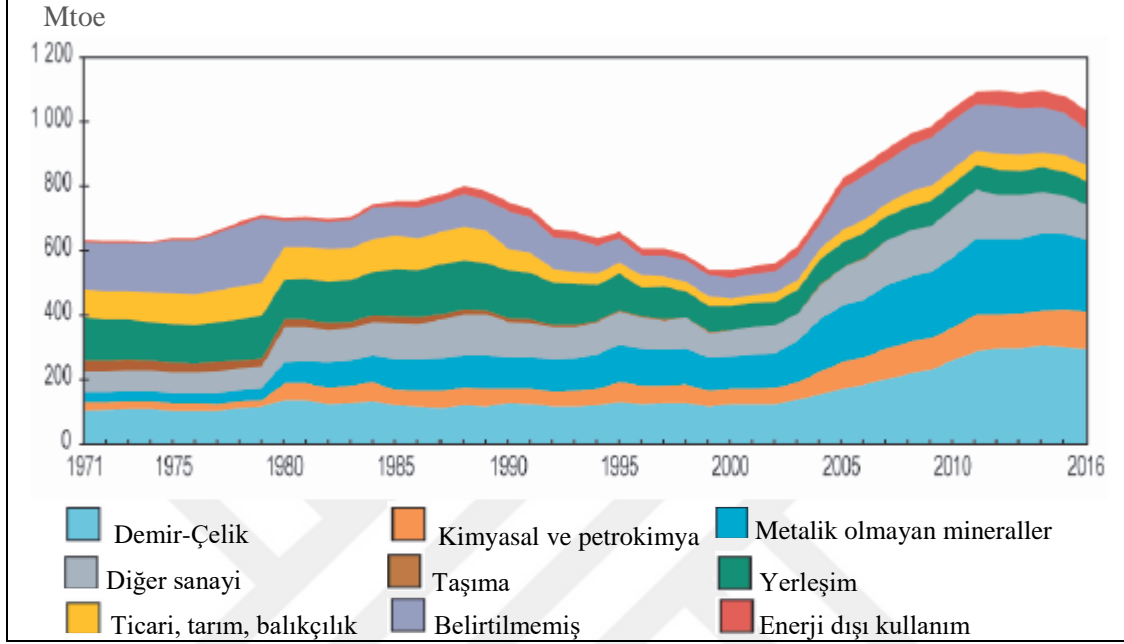


- Erturan, M.B. ve Uysal, F., 2013. Türkiye’de Demiryolu Taşımacılığının Etkinliği Üzerine Veri Zarflama Analizi ve Network Veri Zarflama Analizinin Karşılaştırılması, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 14, 1, 419-437.
- EÜAŞ, 2018. 2017 Yıllık Faaliyet Raporu.
- Fang, H., Wu, J. ve Zeng, C., 2009. Comparative Study on Efficiency Performance of Listed Coal Mining Companies in China and the US, Energy Policy, 37, 5140-5148.
- Farrel, M. J., 1957. The Measurement of Productive Efficiency, Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General), 120, 3, 253-290.
- Güney, G., 2018. Türkiye’de Devlet Eliyle Katılım Bankacılığı Dönemi: Bir Etkinlik Analizi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22, 3, 1539-1546.
- International Energy Agency (IEA), 2018a. Coal Information: Overview.
- International Energy Agency (IEA), 2018b. Key World Energy Statistics.
- International Energy Agency (IEA), 2018c. Energy Policies of IEA Countries Turkey 2016 Review.
- Karahan, M. ve Akdağ, R., 2014. Veri Zarflama Analiziyle Hizmet Etkinliği Ölçümü: Diyarbakır DİSKİ Örneği, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Dr. Mehmet Yıldız Özel Sayısı, 179-187.
- Kasap, Y., 2010. Türkiye Kömür İşletmelerinde Teknik Etkinlik ve Toplam Faktör Verimlilik Gelişimi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22, 75-86.
- Kasap, Y., 2018. Enerji Kaynağı Olarak Kömür Kullanımının Etkinlik Değişimi, Türkiye 21. Uluslararası Kömür Kongresi, Nisan, Zonguldak, Türkiye, Bildiriler Kitabı: 93-104.
- Keskin Benli, Y., 2006. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası İmalat Sanayi İçin Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Kulshreshtha, M. ve Parikh, J.K., 2002. Study of Efficiency and Productivity Growth in Opencast and Underground Coal Mining in India: a DEA Analysis, Energy Economics, 24, 439-453.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), 2018. 2017 Faaliyet Raporu.
- Martić, M.M., Novaković, M. S. ve Baggia, A., 2009. Data Envelopment Analysis - Basic Models and Their Utilization, Journal of Management Informatics and Human Resources, 42, 2, 37-43.
- Mercan, M. ve Yolalan, R., 2010. Türk Bankacılık Sisteminde Ölçek ve Mülkiyet Yapıları ile Finansal Performans İlişkisi, İMKB Dergisi, 4, 15, 1-26.

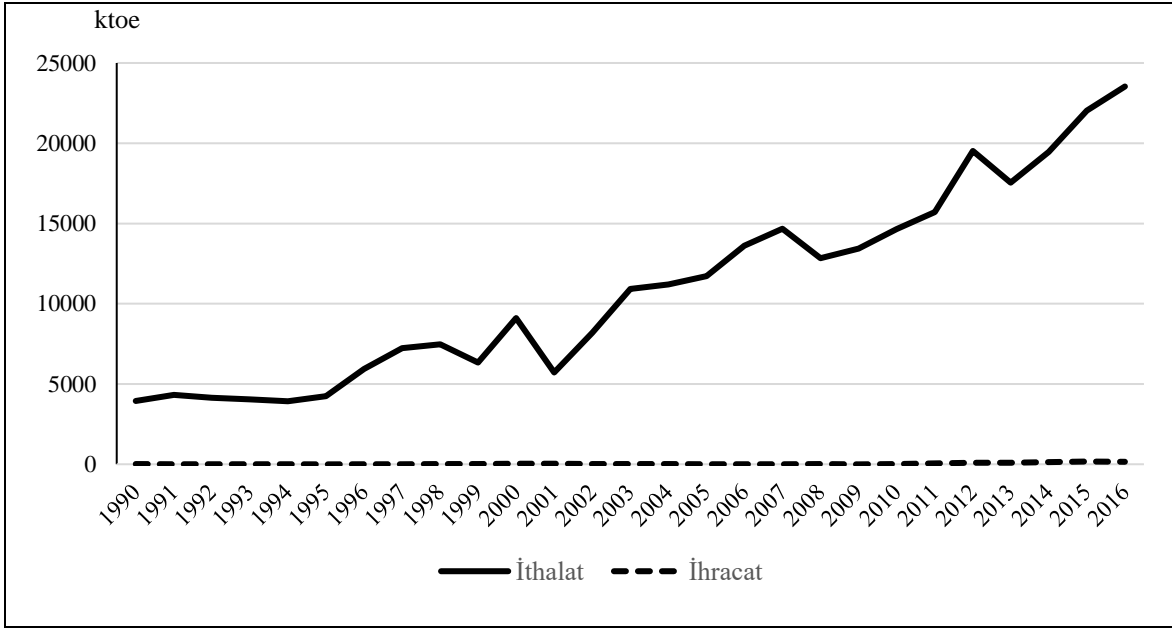
- Nakoman, M.E., 2004. Türkiye Kömür Rezervlerinin Bugünü ve Geleceği, Kömür ve Enerji Semineri, Mart, Ankara, Türkiye, Bildiriler Kitabı: 126-139.
- Perçin, S. ve Çakır, S., 2012. Demiryollarında Süper Etkinlik Ölçümü: Türkiye Örneği, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 27, 1, 29-45.
- Schopf, J.M., 1956. A Definition of Coal, Economic Geology, 51, 521-527.
- Sueyoshi, T., Goto, M. ve Sugiyama, M., 2013. DEA Window Analysis For Environmental Assessment in A Dynamic Time Shift: Performance Assessment of U.S. Coal-Fired Power Plants, Energy Economics, 40, 845-857.
- Tarım, A., 2001. Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı, Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, Ankara.
- TKİ, 2002. 2001 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2003. 2002 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2004. 2003 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2005. 2004 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2006. 2005 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2007. 2006 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2008. 2007 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2009. 2008 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2010. 2009 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2011. 2010 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2012. 2011 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2013. 2012 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2014. 2013 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2015. 2014 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2016. 2015 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2017. 2016 Yılı Faaliyet Raporu.
- TKİ, 2018a. 2017 Yılı Faaliyet Raporu.

- TKİ, 2018b. Kömür Sektörü Raporu 2017.
- TTK, 2010. Taşkömürü Sektör Raporu.
- TTK, 2018. 2017 Yılı Taşkömürü Sektör Raporu.
- Tomkeieff, S.I., 1957. A Definition of Coal, Economic Geology, 52, 5, 584-585.
- Tong, L ve Ding, R., 2008. Efficiency Assessment of Coal Mine Safety Input by Data Envelopment Analysis, Journal of China University of Mining & Technology, 18, 88-92.
- Türk Mühendis ve Mimarlar Odası Birliği (TMMOB), 2015. Maden Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu, Enerji ve Kömür Raporu.
- Türker Kaya, Y. ve Doğan, E., 2005. Dezenflasyon Sürecinde Türk Bankacılık Sektöründe Etkinliğin Gelişimi, Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu ARD Çalışma Raporları 2005/10.
- URL-1, <https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSayfalar%2FK%2C%2B6m%2C%2BCr+Nedir-.pdf>, 18 Aralık 2018.
- Uygun, M., Kasap, Y. ve Konuk, A., 2007. Tunçbilek Bölgesi Kömür Madenciliğinde Uygulanan İşletme Yöntemlerinin Verimlilik Analizi, Madencilik, 46, 1, 25-32.
- Ünalın, G., 2010. Kömür Jeolojisi, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Eğitim Serisi, Ankara.
- Vassiloglou, M. and Giokas, D., 1990. A Study of the Relative Efficiency of Bank Branches: An Application of Data Envelopment Analysis, The Journal of the Operational Research Society, 41, 7, 591-597.
- Yavuz, İ., 2003. Verimlilik ve Etkinlik Ölçümüne Yeni Yaklaşımlar ve İllere Göre İmalat Sanayiinde Etkinlik Karşılaştırmaları, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 667, Ankara.
- Yolalan, R., 1993. İşletmelerarası Görelî Etkinlik Ölçümü, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 483, Ankara.

## 8. EKLER



Ek Şekil 1. Sektörlerin Kömür Tüketimi (IEA, 2018b)



Uluslararası Enerji Ajansı internet sitesinde yer alan “Statistics data browser” verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Ek Şekil 2. Türkiye’de kömür ithalat ve ihracat değerleri (ktoe)

Ek Tablo 1. Türkiye’de taşkömürü ve linyit üretimi (milyon ton) (TMMOB, 2015; ETKB, 2014-2017.)

Yıl	Taşkömürü	Linyit	Yıl	Taşkömürü	Linyit	Yıl	Taşkömürü	Linyit
1970	4,573	5,782	1986	3,526	42,284	2002	2,319	51,660
1971	4,639	6,222	1987	3,461	42,896	2003	2,059	46,168
1972	4,641	7,342	1988	3,256	35,338	2004	1,946	43,709
1973	4,642	7,754	1989	3,038	48,762	2005	2,170	57,708
1974	4,965	8,354	1990	2,745	44,407	2006	2,319	61,484
1975	4,813	9,150	1991	2,762	43,207	2007	2,462	72,121
1976	4,632	11,146	1992	2,830	48,388	2008	2,601	76,171
1977	4,405	12,176	1993	2,789	45,685	2009	2,863	75,577
1978	4,295	15,122	1994	2,839	51,533	2010	2,524	69,698
1979	4,051	13,127	1995	2,248	52,758	2011	2,528	72,550
1980	3,598	14,469	1996	2,441	53,888	2012	2,292	68,125
1981	3,970	16,476	1997	2,513	57,387	2013	1,968	57,525
1982	4,008	17,804	1998	2,156	65,204	2014	1,820	62,573
1983	3,539	20,956	1999	1,990	65,019	2015	1,435	56,122
1984	3,632	26,115	2000	2,392	60,854	2016	1,313	70,239
1985	3,605	35,869	2001	2,494	59,572	2017	1,234	71,459

(Yerli üretimi göstermektedir.) 2014 ve sonrası yıllara ilişkin veriler, ETKB internet sitesinde (<https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari>, 21 Eylül 2018) yer alan “Denge Tabloları” verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır

Ek Tablo 2. Türkiye Taşkömürü Kurumu Müesseseleri (TTK Faaliyet Raporları)

Müesseseler	
Armutçuk	Üzülmez
Karadon	Amasra
Kozlu	
Zonguldak ve Bartın il sınırları içinde olmak üzere bu 5 müessese ile faaliyetlerini sürdürmektedir.	

Ek Tablo 3. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Müessese ve İşletme Müdürlükleri (TKİ, 2001-2017)

Yıl	Müesseler / İşletme Müdürlükleri
2001	ADL - Alpagut Dodurga Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü (Dodurga- Çorum)
	DLİ - Doğu Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü (Aşkale-Erzurum)
	OLİ - Oltu Linyitleri İşletmesi Başmühendisliği (Oltu-Erzurum)
	GAL - Güneydoğu Anadolu Asfaltit ve Linyitleri İşl. Müdürlüğü (Cizre-Şırnak)
	ÇLİ - Çan Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü (Çan-Çanakkale)
	TLİ - Trakya Linyitleri İşletmesi Başmühendisliği (Saray-Tekirdağ)
	KLİ - Keles Linyitleri İşletmesi Başmühendisliği (Keles-Bursa)
	BLİ - Bursa Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü (Orhaneli-Bursa)
	İLİ - Ilgın Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü (Ilgın-Konya)
	SLİ - Seyitömer Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü (Seyitömer-Kütahya)
	GLİ - Garp Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü (Tavşanlı-Kütahya)
	ELİ - Ege Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü (Soma-Manisa)
	GÖLİ - Göynük Linyitleri İşletmesi Başmühendisliği (Göynük-Bolu)
	GELİ - Güney Ege Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü (Yatağan-Muğla)
YLİ - Yeniköy Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü (Milas-Muğla)	

Ek Tablo 3'ün devamı

2002-2003 <sup>15</sup>	BLİ - Bursa Linyitleri İşletmesi (Orhaneli-Bursa) ÇLİ - Çan Linyitleri İşletmesi (Çan-Çanakkale) ELİ - Ege Linyitleri İşletmesi (Soma-Manisa) GELİ - Güney Ege Linyitleri İşletmesi (Yatağan-Muğla) GLİ - Garp Linyitleri İşletmesi (Tavşanlı-Kütahya) İLİ - Ilgın Linyitleri İşletmesi (Ilgın- Konya) SLİ - Seyitömer Linyitleri İşletmesi (Seyitömer-Kütahya) YLİ - Yeniköy Linyitleri İşletmesi (Milas-Muğla)
2004-2010	ELİ - Ege Linyitleri İşl. Müessesesi (Soma-Manisa) ÇLİ - Çan Linyitleri İşl. (Çan-Çanakkale) (ELİ'ye bağlı) GELİ - Güney Ege Linyitleri İşl. Müessesesi (Yatağan-Muğla) YLİ - Yeniköy Linyitleri İşl. (Milas-Muğla) (GELİ'ye bağlı) GLİ - Garp Linyitleri İşl. Müessesesi (Tavşanlı-Kütahya) İLİ - Ilgın Linyitleri İşletmesi (Ilgın-Konya) (GLİ'ye bağlı) SLİ - Seyitömer Linyitleri İşl. Müessesesi (Seyitömer-Kütahya) BLİ - Bursa Linyitleri İşletmesi (Orhaneli-Bursa)
2011-2012	ELİ - Ege Linyitleri İşl. Müessesesi (Soma-Manisa) ÇLİ - Çan Linyitleri İşl. (Çan-Çanakkale) (ELİ'ye bağlı) GLİ - Garp Linyitleri İşl. Müessesesi (Tavşanlı-Kütahya) BLİ - Bursa Linyitleri İşletmesi (Orhaneli-Bursa) (GLİ'ye bağlı) İLİ - Ilgın Linyitleri İşletmesi (Konya-Ilgın) (GLİ'ye bağlı) GELİ - Güney Ege Linyitleri İşl. Müessesesi (Yatağan-Muğla) YLİ - Yeniköy Linyitleri İşl. (Yeniköy-Muğla) (GELİ'ye bağlı) SLİ - Seyitömer Linyitleri İşletmesi (Seyitömer-Kütahya) <sup>16</sup>
2013	GLİ - Garp Linyitleri Müessesesi (Tavşanlı-Kütahya) BLİ - Bursa Linyitleri (Orhanveli-Bursa) ELİ - Ege Linyitleri Müessesesi (Soma-Manisa) ÇLİ - Çan Linyitleri İşletmesi (Çan-Çanakkale)
2014	GLİ - Garp Linyitleri (Tavşanlı-Kütahya) ELİ - Ege Linyitleri (Soma-Manisa) ÇLİ - Çan Linyitleri (Çan-Çanakkale)
2015	GLİ - Garp Linyitleri (Tavşanlı-Kütahya) Ege Linyitleri (Soma-Manisa) Çan Linyitleri (Çan-Çanakkale)
2016	Garp Linyitleri (Tavşanlı-Kütahya) Ege Linyitleri (Soma-Manisa) Çan Linyitleri (Çan-Çanakkale)
2017	Ege Linyitleri İşl. Müessesesi (Soma-Manisa) Garp Linyitleri İşletmesi (Tavşanlı-Kütahya) Çan Linyitleri İşletmesi (Çan-Çanakkale)

<sup>15</sup> 2002 yılında sürekli zarar ettiği, verimli çalıştırılmaları mümkün olmadığı belirtilen 6 işletme kapatılmıştır. Bu işletmeler Alpagut-Dodurga Linyitleri İşletmesi, Doğu Linyitleri İşletmesi, Güney Doğu Anadolu Asfaltit ve Linyitleri İşletmesi, Trakya Linyitleri İşletmesi, Oltu Linyitleri İşletmesi, Göynük Linyitleri İşletmesi'dir. Kapatılan bu işletme müdürlüklerinin işlemlerini yürütmek üzere ise, Çorum Dodurga'da Doğu Anadolu Kontrol Müdürlüğü, Bolu Göynük'te Batı Anadolu Kontrol Müdürlüğü, Şırnak Silopi'de Silopi Kontrol Müdürlüğü kurulmuştur. Bursa Keles'te bulunan Keles Başmühendisliği yeniden yapılanma çerçevesinde Bursa Orhaneli'nde bulunan Bursa Linyitleri İşletmesi'ne bağlanmıştır (TKİ, 2003)

<sup>16</sup> Seyitömer Linyitleri İşletmesi Müessesesi, işletmeye dönüştürülerek Ekim 2012'de EÜAŞ'a devredilmiştir.

Ek Tablo 4. Türkiye’de kaynaklar (taşkömürü ve linyit) itibariyle birincil enerji tüketimi (bin ton) (TMMOB, 2015)

Yıl	Taşkömürü	Linyit	Yıl	Taşkömürü	Linyit	Yıl	Taşkömürü	Linyit
1970	4,727	5,772	1986	6,545	42,354	2002	13,830	52,039
1971	4,651	6,376	1987	7,220	40,653	2003	17,535	46,051
1972	4,638	7,355	1988	7,525	33,080	2004	18,904	44,823
1973	4,595	7,642	1989	6,825	47,557	2005	19,421	56,571
1974	5,031	8,188	1990	8,191	45,891	2006	22,798	60,184
1975	4,959	8,973	1991	8,824	48,851	2007	25,388	72,317
1976	5,005	10,998	1992	8,841	50,659	2008	22,720	75,264
1977	5,057	11,675	1993	8,545	46,086	2009	23,698	75,641
1978	4,696	13,235	1994	8,192	51,178	2010	25,568	69,239
1979	4,898	13,882	1995	8,548	52,405	2011	26,228	73,933
1980	4,630	15,243	1996	10,892	54,961	2012	31,460	68,461
1981	4,522	16,179	1997	12,537	59,474	2013	28,178	55,201
1982	5,044	17,716	1998	13,146	64,504	2014	31,451	64,656
1983	5,336	20,663	1999	11,362	64,049	2015	34,817	56,661
1984	5,678	25,632	2000	15,525	64,384	2016	37,023	67,949
1985	6,189	34,767	2001	11,176	61,010	2017	38,879	71,658

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

## ÖZGEÇMİŞ

Müzeyyen Esra ATUKALP 03.07.1980 tarihinde Gümüşhane’de doğdu. 1986-1991 yılları arasında Gümüşhane Merkez Gazipaşa İlkokulu’nda ilköğrenimini, 1991-1998 yılları arasında Gümüşhane Ali Fuat Kadirbeyoğlu Anadolu Lisesi’nde ortaokul ve lise eğitimini tamamladı. 1999 yılında başladığı Karadeniz Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü lisans eğitimini 2003 yılında tamamladı. Aynı yıl, yabancı dil hazırlık programından muaf olarak başladığı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimini 2005 yılında tamamlamıştır. Karadeniz Teknik Üniversitesi’nde aynı anabilim dalında (finans alanında) doktora eğitimini 2012 yılında tamamlamıştır. 2006-2014 döneminde KTÜ Beşikdüzü Meslek Yüksekokulu’nda öğretim görevlisi olarak görev yapmıştır. Beşikdüzü Meslek Yüksekokulu’nda 2009-2014 yılları arasında Yönetim ve Organizasyon Bölüm Başkanlığı görevini de yürütmüştür. 2014 yılından itibaren Giresun Üniversitesi Bulancak Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Uluslararası Ticaret Bölümü’nde Dr. Öğretim Üyesi olarak görev yapmaktadır. Aynı Yüksekokul’da 2014-2016 yılları arasında Müdür Yardımcılığı görevinde de bulunmuştur. Finans alanında hazırladığı akademik çalışmaları bulunmaktadır. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı’nda başladığı yüksek lisans eğitimini sürdürmektedir. Yabancı dili İngilizce’dir.