

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’NİN ENERJİ SEKTÖRÜ EKONOMİSİNDE
KÖMÜRÜN YERİ - KÖMÜR ARAMALARINDA
UYGULANAN YENİ YÖNTEMLER**

Rasim KARAMAN

Nisan, 2006

İZMİR

**TÜRKİYE’NİN ENERJİ SEKTÖRÜ EKONOMİSİNDE
KÖMÜRÜN YERİ - KÖMÜR ARAMALARINDA
UYGULANAN YENİ YÖNTEMLER**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü Ekonomik Jeoloji Anabilim Dalı

Rasim KARAMAN

Nisan, 2006

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

RASİM KARAMAN, tarafından **Prof.Dr. ERAN NAKOMAN** yönetiminde hazırlanan “**TÜRKİYE’NİN ENERJİ SEKTÖRÜ EKONOMİSİNDE KÖMÜRÜN YERİ-KÖMÜR ARAMALARINDA UYGULANAN YENİ YÖNTEMLER**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
Prof.Dr.ERAN NAKOMAN

Danışman

.....
Doç.Dr. Hülya İNANER

Jüri Üyesi

.....
Prof.Dr.Mevlüt KEMAL

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Türkiye'nin enerji sektörü ekonomisinde kömürün yeri – kömür aramalarında uygulanan yeni yöntemler konulu yüksek lisans tezimi hazırlamam konusunda fikir ve engin bilgilerinden faydalanmama izin veren değerli danışman hocam Prof. Dr. Eran NAKOMAN 'a gerek literatür gerekse kaynak bulma çalışmalarımda beni yönlendiren eksik olduğum konularda beni uyaran ve o kadar sınırlı zamanı içinde hazırlamış olduğum çalışmalarını yılmadan büyük itina ve titizlikle kontrol eden değerli Doç. Dr. Hülya İNANER hocama teşekkürün yanında minnettarlığımı sunmayı bir borç bilirim.

Akademik yardımın dışında bana olan sonsuz güvenlerini tezimin hazırlanması aşamasında hiç bir zaman yitirmeyen ve sürekli bana manevi desteklerini esirgemeyen aileme minnettarım bu vesileyle de onlara teşekkürlerimi sunarım.

Tabi bu hummalı çalışmanın birde yazım düzenleme ve sonuç olarak ta biçimlendirilmesinde bana sürekli yardımcı olan mesai arkadaşım Nathalie WELTER'e de teşekkür ederim.

RASİM KARAMAN

TÜRKİYE' NİN ENERJİ SEKTÖRÜ EKONOMİSİNDE KÖMÜRÜN YERİ KÖMÜR ARAMALARINDA UYGULANAN YENİ YÖNTEMLER

ÖZ

Enerji'nin oluşumundan buluşuna, buluşundan tüketimine kadar ülkemizde ve dünyamızda ne kadar büyük bir rol oynadığı bilinmektedir. Ekonomik, politik ve toplumsal açıdan baktığımızda, enerjinin yeri çok büyük ve önemli bir yer kaplamaktadır. Enerjinin hangi türü olursa olsun, büyük ve vazgeçilmez bir unsur olduğu bellidir. Ancak yapılan araştırmalar, edinilen bilgiler ve tecrübeler doğrultusunda, kömürün yeri diğerleriyle asla kıyaslanamaz durumdadır.

Kömürün gereksinimi ve dünyamızda rezerv oranını değerlendirecek olursak, kömür diğer enerji kaynaklarına kıyasla petrol, doğal gaz ve kömür en çok talep edilen enerji kaynaklarıdır. Son yıllarda ülkemizde diğer kaynaklara eğilim, özellikle doğalgaza olan geçişin, kömürün geçmişe göre daha az talebine ve daha düşük tüketimine neden olacağı düşünülmektedir.

Ancak diğer enerji kaynaklarının rezerv oranları kömürünkine kıyasla çok daha düşüktür. Jeotermal, güneş, rüzgar, dalga gibi yenilenebilir enerji kaynakları günümüzde özellikle gelişmiş ülkelerin dillerinden hiç düşürmedikleri çevre kavramı ile iyi dost olmalarına karşın kendine özgü enerji dönüşüm sistemleri ile teknolojiler gerektirdiğinden ayrıca konvansiyonel enerji kaynakları kadar büyük potansiyel sunmadıklarından gereken ilgiyi pek görememiştir.

Doğalgazın kömüre kıyasla daha temiz kullanımı ve çevreye daha az emisyon vermesi, doğalgaza geçişi daha uygun görülmektedir. Ancak gelecek için yapılan planlamada, doğalgazın miktarı kömürle kıyaslanınca çok daha düşük olması geleceğe bakışı değiştirmiştir. Kömürün çevreye verdiği kirlilik sivil ve resmi örgütleri tetiklemiş, ve kömürün kullanımı günden güne daha aza düşeceği düşünülmektedir. Ancak kömürün dünyamızdaki rezervi önemli boyutta olunca düşünceler farklı bir boyut kazanmış, yapılan planlamalarda bunun kullanımına gereksinim daha doğru bulunmuştur. Enerjinin daha doğru ve düzeyli kullanımı ve

çevreye zararı asgariye düşürmek için yapılan çalışmalar son yıllarda sonuç vermiştir ve kömürün iyi kullanımı ülkemizde ve dünyamızda gelişme kaydetmiştir.

Bu nedenle son yıllarda çevre kirliliğine verilen önemden kaynaklanan kömüre olan negatif bakış, alınan önlemler ve çalışmalar sonucunda nötralize olmuş, hatta dünyanın geleceğine kömürün çok daha vazgeçilmez bir kaynak olduğu artık yadsınamaz bir boyut kazanmıştır.

Bir diğer husus da, özellikle 1990'lı yılların başından beri durma noktasına gelen kömür arama ve tespit çalışmalarında devletin hız kazandırarak konuyla ilgilenmesi ve aramaların önünün açılması bu çalışmalar yapılırken gerekli donanım ve teknolojik ekipmanların temin edilmesi sürekli gelişen ve globalleşen dünyamız da çok önem kazanmaktadır. Bu veriler ışığında doğru yöntemlerle, ilişkili bilim dallarının da koordineli olarak çalışarak konularında uzman ve bilgili personel yardımıyla doğru sonuçlara ulaşılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Kömür, Üretim, Tüketim.

THE IMPORTANCE OF THE COAL AND THE COAL TRADE IN THE ENERGY PLANNING AND THE NEW METHODS CONCERNING COAL RESEARCHES

ABSTRACT

In our country and all over the world, it is known how important energy is from its generation to its discovery, from its discovery to its consumption. When we look from economic, political and social aspects, energy has an important and great place. It is very obvious that energy is a profound and indispensable element regardless of its species. However, in accordance with the performed researches and gathered information, the role of coal cannot be compared with the others.

If we evaluate the need of coal and the rate of its reserves in our world, it is known that coal is the most widely consumed and demanded source of energy when compared to others. Recently, there have been thoughts that due to the tendency for other sources, especially for natural gas, the demand and consumption of coal may be reduced in comparison with the past years.

However, reserve rates of the other energy sources are much scarcer than the source of the coal. Although clean energy sources like geothermal, sun, wind, wave are very friendly toward the environment concept which is very popular among developed countries nowadays; as they necessitates their own energy recycling system and technologies, and also due to the fact that they do not present such a big potential as the conventional energy sources, they have not received very much interest.

Use of natural gas is much cleaner than coal, and it is more sensitive to the nature than coal; therefore it seems preferable. However; when future planning is carried out, future preferences will change because of the short supply of the natural gas, in comparison with the coal. Pollutions caused by coal disturbed the civil and official organizations and the use of coal is thought to decrease day by day. And the abundance of coal reserves in all over the world resulted in a different dimension which supports the use of coal. Works for much correct and careful use of coal and decreasing the harm caused by it to the minimum, have been seen very effective, and

appropriate use of the coal has improved in our country and all over the world.

Therefore, negative thoughts about coal resulted from the importance given to the environment pollution have been neutralized thanks to the works and precautions which are performed, and even, the reality that coal is a much more indispensable source for the future of the world has gained an undeniable dimension.

From another respect, it is very considerable for our globalized and continuously developing world to provide the necessary rigging and technological equipment while the government is dealing with this subject and (extend the researches) in order to speed up the coal research and determination specially from the beginning of the 90's when the researches came to an ending point.

Keywords: Energy, Coal, Production, Consumption.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	(i)
ÖZ.....	(ii)
ABSTRACT.....	(iv)
İÇİNDEKİLER	(vi)

BÖLÜM BİR

GİRİŞ	1
1.1 Giriş.....	1
1.2. Kömürün Tanımı Özellikleri ve Oluşumu	2
1.3 Kömür Çeşitleri	3
1.4 Kömürün Kullanım Alanları ve Teknoloji.....	7

BÖLÜM İKİ

KÖMÜRÜN DÜNYA EKONOMİSİNDEKİ YERİ	8
2.1 Kömürün Dünya Ekonomisindeki Yeri	9
2.2 <i>Dünyada Enerji'nin Konumu</i>	10
2.2.1 <i>Dünya Birincil Enerji Talebi</i>	11
2.2.2 <i>Dünya Birincil Enerji Rezervleri</i>	12
2.3 Artan Enerji Talebi.....	14
2.4 Dünya'da Kömür Talebi	14
2.5 Kömür Üretimi ve Rezervi	15

2.6 Uluslar Arası Kömür Ticareti.....	18
2.6.1 İthalat.....	20
2.6.2 İhracat	21
2.6.3 Fiyatlar	21
2.7 Dünyada Kömür Dışı Enerji Kaynaklarının Durumu	22
2.7.1 Petrol.....	24
2.7.2 Doğal Gaz.....	25
2.7.3 Taş Kömürü ve Linyit.....	25
2.7.4 Hidrolik Enerji.....	25
2.7.5 Nükleer Enerji.....	26
2.8 Kömürün Elektrik Üretimindeki Kullanım Payı.....	27
2.9 Fosil Katı Yakıt Rezervleri	28
2.10 Elektrik Üretimi	28
2.11 Tüketim.....	31
2.12 Dünya'daki Yaklaşım ve Gelişmelerin Değerlendirilmesi.....	32
BÖLÜM ÜÇ	
TÜRKİYE'DEKİ ENERJİNİN DURUMU	33
3.1 Türkiye'de Enerji Sektörü.....	33
3.2 Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Karşılaştırması	38
3.2.1 Kömür	38
3.2.2 Petrol ve Doğal Gaz.....	38
3.2.3 Rüzgar Enerjisi	39
3.2.4 Jeotermal Enerji.....	39
3.2.5 Nükleer Enerji.....	40
3.2.6 Hidroelektrik Santraller.....	40

3.2.7 Güneş Enerjisi.....	41
3.2.8 Biyokütle Enerji ve Diğerleri.....	41
3.2.9 Enerji Kaynaklarının Kullanımında Beklenen Gelişmeler	42

BÖLÜM DÖRT

TÜRKİYE’DE KÖMÜRE YAKLAŞIM

4.1 Türkiye ‘de Kömürün Durumu	43
4.1.1 Rezerv Kaynakları.....	43
4.1.2 Maliyetler.....	44
4.2 Türkiye İçin Enerji Modeli	44
4.3 Kömür Rezervleri ve elektrik Enerjisinde Kömür Potansiyeli (Üretim, Tüketim, Talep).....	47
4.4 Kömür İthalatı.....	49
4.5 Kömürün Türkiye’deki Çevre Boyutu	51

BÖLÜM BEŞ

KÖMÜR ARAMA YÖNTEMLERİ..... 54

5.1 Kömür Arama Safhaları.....	55
5.1.1 Kömür Mostralarının Araştırılması.....	57
5.2 Sondajlı Kömür Aramaları.....	58
5.3 Kömür Rezervlerinin Hesaplanması.....	61
5.3.1 Görünür Rezervler	61
5.3.2 Muhtemel Rezervle.....	62
5.3.3 Mümkün Rezervler	62
5.3.4 Jeolojik Rezervler.....	63
5.4 Kömür Arama Ortamlarına Göre Jeofizik Yöntemler	63
5.4.1 Jeofizik Ölçü Ortamlar	64

5.4.2 Kömür Aramalarında Jeofizik Yöntemlerin Yeri	64
5.5 Kömürün Yüzeiden Aranması	65
5.6 Kömür Aramalarında Yüksek Ayrımlı Sismik Yöntemin Kullanımı	65
5.7 Kömür Aramalarında Yer Altı Radarı Yönteminin Kullanımı	65
5.8 Elektriksel Yöntemler ve Polarizasyon Yöntemler.....	65
5.9 Elektriksel Yöntemler	66
5.10 Polarizasyon Yöntemleri.....	68
5.10.1 Yapay Polarizasyon (YP) Yöntemi	68
5.10.2 Doğal Polarizasyon (DP) Yöntemi	68
5.10.3 Mikrogravite Yöntemi	68
5.10.4 Kömür Yataklarında Kuyu İçi Ölçümleri.....	68
5.11 Sismik Prospeksiyon	69
5.11.1 Sismik Alıcılar.....	70
5.11.2 Sismik Kayıtçı.	70
5.12 Süreksizlikler	71
5.13 Kömür Tabaka Kalınlığının Tespiti ve Rezerv Tayini	71
5.14 Elektromanyetik Prospeksiyon	72
5.15 Kömür Aramada Elektromanyetik Yöntemler.....	72
4.15.1 Elektromanyetik Sondaj	72
4.15.2 Yeraltı Elektrik İletkenlik Görüntüleme Tekniği	72
5.16 Kömür Tabaka Kalınlığının Tespiti Ve Rezerv Tayini.....	74
5.17 Türkiye'nin Kömür Arama Hedefleri Ne Olmalıdır?	74

BÖLÜM ALTI

SONUÇ	75
6.1 Özet ve Yapılması Gerekenler	75
KAYNAKLAR	79
İnternet Kaynakları.....	80
Kısaltmalar.....	80

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Giriş

Enerjinin temiz, ucuz ve güvenli bir şekilde temini, kalkınmanın en önemli parametrelerden biri olarak hemen tüm dünya ülkelerinin gündeminde olan bir konudur. Enerji kaynaklarının Dünya coğrafyası üzerinde orantısız ve farklı bölgelerde oluşmuş olması, gelişebilmesi için gerekli enerjiye sahip olmayan ülkeler arasında rekabete yol açmaktadır. Anlaşılacağı üzere yeterli miktarda enerji kaynaklarına sahip olan coğrafyalardaki yerleşmiş ülkelerin dünya ekonomisinde ki önemi gün geçtikçe artmaktadır. Dünya ülkeleri kalkınabilmek için, bir taraftan çevre kirliliği nedeniyle uluslararası hukuk düzenlemeleri geliştirirken diğer yandan en ucuz ve temiz enerji türleri konusunda teknolojik ve endüstriyel çalışmalarını sürdürmekte, ancak ne olursa olsun enerjisiz kalmamak için enerjinin kesintisiz tedariki konusunda ticari, politik ve hatta askeri çabalar göstermektedirler. Bunların yanı sıra, “sürdürülebilir kalkınma” kavramının dünya gündeminde yerini aldığı görülmekte, enerji kaynakları arasındaki rekabet sürerken yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyeti ve geleceği tartışılmakta, enerji kaynakları kıt olan ülkeler hangi enerji kaynaklarına hangi oranda öncelik vermek gerektiği üzerinde politika üretmektedir.

Türkiye’de ise, sürdürülebilir kalkınma ve enerji konusunda uzun soluklu bir politika oluşturulamamıştır. Ancak, son dönemde ekonomiklik kavramından hareketle doğalgaz ithali gözden geçirilmekte ve yerli kaynaklara öncelik verileceği belirtilmektedir. Kuşkusuz konunun toplumsal boyutu da önemlidir. Açık olan şudur ki, Türkiye’de bilinen yerli kaynak olarak hidrolik potansiyel ve kömür rezervlerimizden başka enerji kaynağı yeterince bulunmamakta ve var olduğu belirtilen başka kaynaklar üzerindeki bilimsel araştırmalar ya yetersizdir veya henüz ticari kullanımdan uzaktır. Yerli kaynaklarımız da orta ve uzun dönemde enerji talebini karşılamaktan uzak kalırken, yeterince önem verilmeyen, uzak durulan ancak gerçekte ucuz ve güvenilir bir kaynak olan kömürün; hiç olmazsa üzerine düşen, ancak enerji talebinin karşılanmasındaki düşünülen önemi her boyutuyla yeniden ele alınmalıdır.

1.2 Kömürün Tanımı, Özellikleri ve Oluşumu

Kömür; bitkisel kökenli organik maddeler ve inorganik bileşenlerden oluşan tortul bir "kayaç"tır. Bataklıklarda bitki ve ağaç kalıntılarının üst üste yığılmasıyla çökmesi ve milyonlarca yıllık bir süreç içerisinde kimyasal ve fiziksel etkilerle değişime uğraması sonucu oluşur.

Geniş kömür kaynakları 400 milyon yıl önce Devonien Döneminde toprak bitkilerinin evriminden sonra oluşmaya başladı. Kömürün büyük bir kısmı Karbonifer Dönemi sırasında 350-280 milyon yıl önce kuzey yarımkürede daha sıklıkla Kretase Döneminin sonu ile Tersiyer (100-150 milyon yıl önce, ABD, Güney Amerika, Endonezya ve Yeni Zelanda bölgesinde oluşmuştur. Kömür çoğunlukla karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan az miktarda kükürt ve azot içeren kimyasal ve fiziksel olarak farklı yapıya sahip maden ve kayaçtır.

Kömürleri meydana getiren bataklıkların geliştiği ortamlar,

Deltalar (en kalın kömür damarlarının oluştuğu ortamlardır),

Göller (göl kıyıları, kalın kömür damarlarının meydana geldiği uygun bataklık ortamlarıdır),

Lagünler (deniz etkisinin olduğu ince kömür damarcıklarını meydana getirirler)

Akarsu taşma ovaları (ince kömür damarcıklarını oluştururlar)

1.3 Kömür Çeşitleri

Kömürleşme süreci ve yataklanma, nem içeriği, kül ve uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, kükürt ve mineral madde içeriklerinin yanı sıra jeolojik, petrografik, fiziksel, kimyasal ve termik özellikler yönünden kömürler çok çeşitlilik gösterirler. Bu durum birçok ülkede kömürlerin birbirine benzer özellikler ve yakın değerler temelinde sınıflandırılmasını zorunlu kılmıştır. Kömür üretimi, kullanımı ve teknolojisinde ileri ülkeler öncelikle kendi kömürlerinin özelliklerine göre bir sınıflama yaptıkları gibi uluslararası genel bir sınıflama için ortak standartlar da geliştirmişlerdir (8.BYKP, Kömür Çalışma Grubu Raporu, 2001).

Değişik tipte kömürlerin kullanım amaçlarına göre uluslararası sınıflandırılmasında; ilk olarak 1957 yılında çeşitli ülkelerden üyelerin oluşturduğu Uluslararası Kömür Kurulu'na birçok ülkeden alınan numuneler üzerinde yapılan

çalışmalar, Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) tarafından da desteklenerek genel bir sınıflama yapılmıştır. Bu sınıflamada; kalorifik değer, uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, koklaşma özellikleri temel alınarak Çizelge 1’de ki gibi sert ve kahverengi kömürler olarak iki ayrı sınıfa ayrılmıştır.

- a) **Sert Kömürler:** Islak ve külsüz bazda 5,700 KCal/Kg’ın üzerinde kalorifik değerdedir. Uçucu madde içeriği, kalorifik değer ve koklaşma özelliklerine göre alt sınıflara ayrılırlar (Çizelge 2).
- b) **Kahverengi Kömürler:** Islak ve külsüz bazda 5.700 KCal/Kg'ın altında kalorifik değerdedir. Toplam nem içeriği ve kalorifik değere göre alt sınıflara ayrılırlar (8.BYKP, Kömür Çalışma Grubu Raporu, 2001).

Tablo 1 - Uluslararası Genel Kömür Sınıflaması (8.BYKP,2001)

A. SERT KÖMÜRLER	B. KAHVERENGİ KÖMÜRLER
1. Koklaşabilir kömürler (Yüksek fırınlarda kullanıma uygun kok üretimine izin veren kalitede) 2. Koklaşmayan kömürler a) Bitümlü Kömürler b) Antrasit	Alt bitümlü kömürler (4.165 – 5.700 KCal/Kg arasında kalorifik değerde olup topaklaşma özelliği göstermez) Linyit (4.165 Kcal/Kg'ın altında kalorifik değerde olup topaklaşma özelliği göstermez)

Tablo 2 - Çeşitli Kömürleşme Derecelerinde Kömür Özellikleri (8.BYKP,2001)

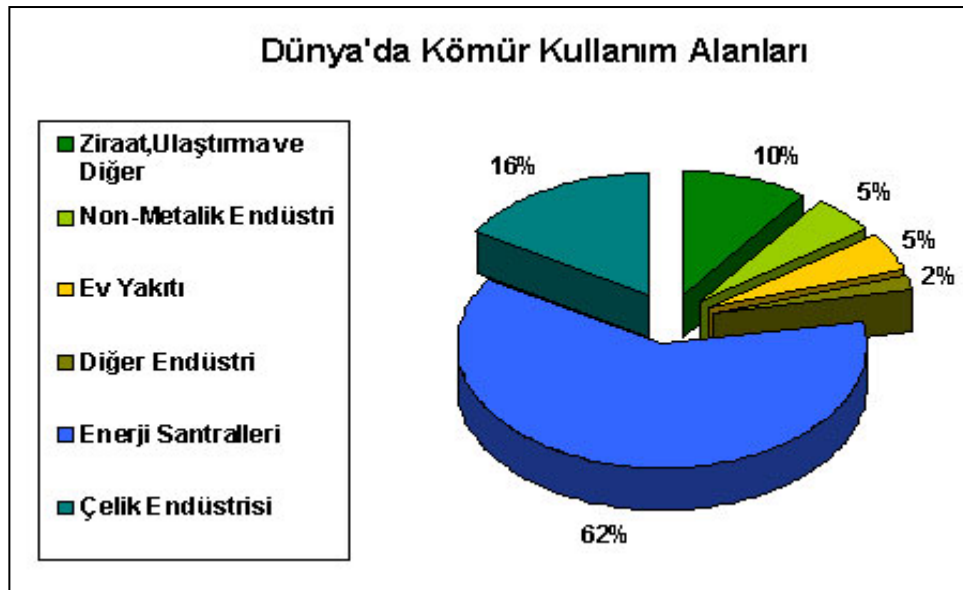
RANK (Kömürleşme derecesi)	Uçucu madde içeriği % ağırlık, Islak – külsüz	Karbon içeriği % ağırlık, Islak – külsüz	Kalorifik değer Btu/lb, Mineral maddesiz	Nem içeriği % ağırlık
1. LİNYİT	69 – 44	76 – 62	8.300 – 6.300	52 – 30
2. ALT BİTÜMLÜ	52 – 40	80 – 71	11.500 – 8.300	30 – 12
3. BİTÜMLÜ				
a) Yüksek 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. ANTRASİT	14 - 2	99 - 91	14.000	5 - 1

1.4 Kömürün Kullanım Alanları ve Teknoloji

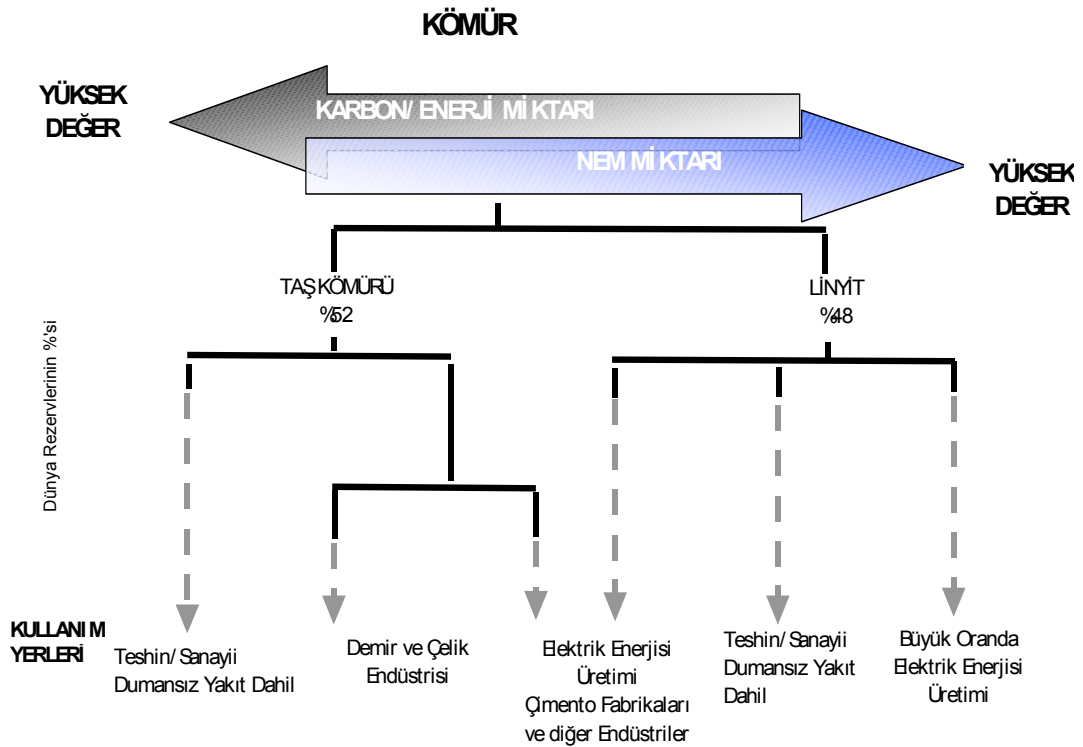
Günümüzde Dünya toplam elektrik enerjisi gereksinimi 15 trilyon kilowat saat düzeyindedir, enerji gereksiniminin % 80'i kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlarca, geri kalan % 20'si de başta hidrolik ve nükleer enerji olmak üzere, hayvan, bitki atıkları, rüzgar, güneş, jeotermal enerji gibi kaynaklardan karşılanmaktadır. Fosil yakıtların Dünya'da bilinen rezerv dağılımları petrol eşdeğeri olarak % 68 kömür, % 18 petrol, % 14 doğal gaz olarak hesaplanmaktadır. Buna göre; enerji tüketim trendinin bugünkü seviyesiyle, bilinen petrol rezervlerinin ömrü 45 yıl, doğal gazın 65 yıl, kömürün ise 240 yıldır. Bu durumda, Dünya'nın 21. Yüzyıldaki en önemli ve güvenilir enerji kaynağı yine kömür olmaktadır. Nitekim, dünya enerji üretiminde, günümüzde % 40 civarında olan kömür payının 2020 yılında % 48'e yükseleceği tahmin edilmektedir.

Kömür, termik santralde, elektrik enerjisi üretiminde, ulaşırmada, konutlarda, ısınma amaçlarıyla, sanayide, demir-çelik ve çimento imalatında, endüstriyel proseslerde buhar üretmek amacı ile kullanılır. Birçok ülkede elektrik üretiminin önemli bir bölümü kömürden elde edilmektedir. Bu oran ABD'de ve Almanya'da %53, Yunanistan'da %69, Çin'de %75, Danimarka'da %77, Avustralya'da %83, Güney Afrika'da %93, Polonya'da %95'dir. Türkiye'de elektrik enerjisinin %32 'si kömürden elde edilmektedir (Şekil 1).

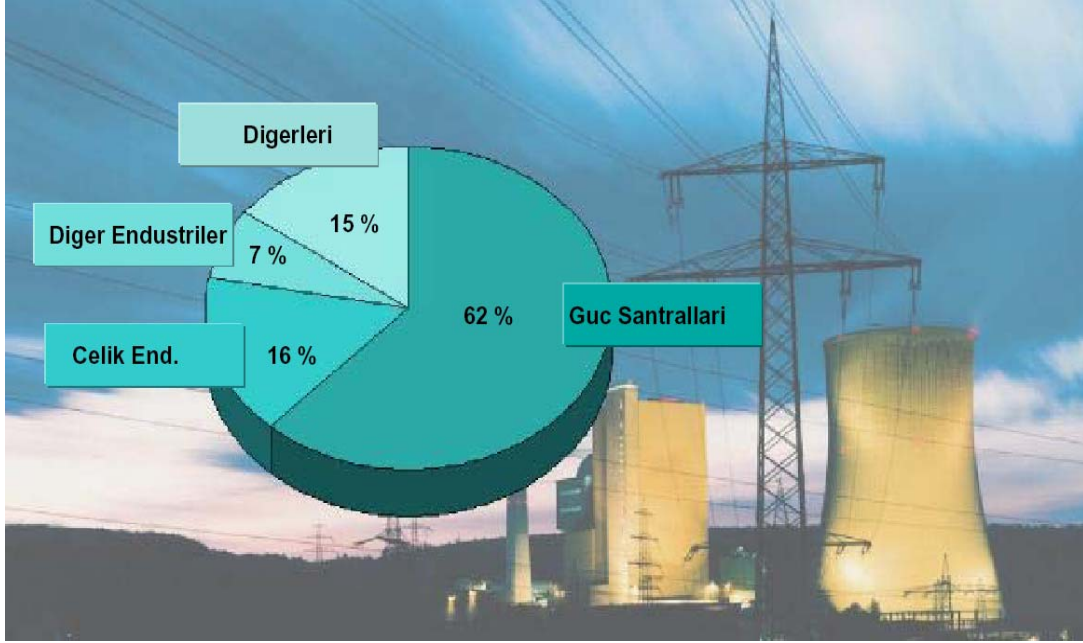


Şekil 1 - Dünyada Kömür Kullanım Alanları

KÖMÜRÜN KULLANIM ALANI



Şekil 2 - Kömürün Kullanım Alanı (8.BYKP,2001)



Şekil 3 – Dünyanın Kömür Talebi (8.BYKP,2003)

Kömür tüketiminde Güç Santralleri ve Çelik Endüstrisi baskın konumdadır. Dünya taşkömürü üretiminin yaklaşık %15'i(600 milyon ton)çelik üretiminde kullanılmakta, ve çelik üretiminin %70'i kömür kullanılarak elde edilmektedir. Bu bilgilerin şematik gösterimini yukarıdaki Şekil 3'te sunulmaktadır. Dünya elektrik üretiminin de %38'i kömür kullanılarak elde edilmektedir. Bunun yanında güç santrallerinde %62'lik payıyla taşkömürü büyük oranda kullanılmaktadır. Şekil 1 de görüleceği üzere %62'lik bir payla çelik endüstrisindeki kömür kullanımı en fazla miktardadır. Karbon miktarının yüzdelik artışına bağlı olarak tüketim alanları sunulmuştur. Nem miktarı arttıkça, Linyit olarak kullanılan kömür büyük oranda elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır.Bir başka kaynaktan elde edilen verilere göre de Dünya da kömür kullanma miktarının en fazla olduğu alan Güç santrallerinin üretim yapabilmesi için kömür kullanılmasıdır. Şekil 3 de bu olay şematize edilmiştir.

Toplam elektrik üretimlerindeki nükleer enerji paylarına göre Fransa %76 ile birinci sırada yer almaktadır. En yüksek nükleer enerji kapasitesine sahip olan ABD'nin sıralamada arkalarda yer almasının sebebi toplam elektrik enerjisi üretiminin yüksek olmasıdır. Bugün 30 ülkede 438 adet nükleer güç reaktörü faaliyettedir. Son 10 yılda nükleer enerji üretimindeki artış %8 olmuştur. Dünyada 1950'lerden bu yana kullanılan nükleer enerji, Türkiye'de halen tartışılma

aşamasındadır. Nükleer enerjinin güvenilirliği, temizliği, özellikle de maliyeti konularında duyulan kaygılar, Türkiye'nin nükleer santraller dönemine adım atmasında ve nükleer teknoloji kazanımında geç kalmasına neden olmuştur.

BÖLÜM İKİ

KÖMÜRÜN DÜNYA EKONOMİSİNDEKİ YERİ

2.1 Kömürün Dünya Ekonomisindeki Yeri

Günümüzde, Dünya toplam birincil enerji arzının %23.5'i kömür kaynaklarından karşılanmıştır. Bu pay son 30 yılda %1,3 gibi çok küçük bir oranda azalma göstermiştir. 2003 yılı verilerine göre petrol %34,4 ,%24.4 doğal gaz ,%2.2,hidrolik, %6.5 nükleer ve geri kalan %11.3' lük kısımda yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Başka bir deyişle; yıllar itibariyle Dünya birincil enerji arzında kömürün payı fazla değişmeden korunmaktadır.

Dünya'nın 21. yüzyıldaki en önemli ve güvenilir enerji kaynağının kömür olması kuvvetle muhtemeldir. Nitekim, Dünya enerji üretiminde, birincil tüketim projeksiyonlarında kömürün payı 2010 yılında %22.3, 2030 yılında %22.1 olarak gerçekleşeceği tahmin edilmektedir.(Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2004). ABD halen elektrik enerjisinin %56'sını kömürden üretmektedir. Ülkeler, enerji politikalarını belirlerken, enerji arz/talep dengesi, enerji kaynakları, dışa bağımlılık, coğrafi konum, nüfus artış ve finansman durumu gibi faktörlerin yanında enerji kaynaklarında yedeklilik, çeşitlilik ve her şeyden önce güvenilirlik gibi değişkenleri de dikkate almaktadırlar. Bu nedenle her ülkenin kendine özgü bir enerji politikası bulunmaktadır.

2.2 Dünyada Enerjinin Konumu

2.2.1 Dünya Birincil Enerji Talebi

Uluslararası organizasyonlar ve AB tarafından yapılan çalışmalara göre, 1971-2000 yılları arasında yılda %1.7 oranında artan Dünya nüfusunun 2000-2030 arasında %1 oranında artarak 8.2 milyara ulaşacağı; 1971-2002 yılları arasında yılda ortalama %3.3 oranında artan Dünya ekonomik büyüme hızının ise 2000-2030 yılları arasındaki dönemde %3 olacağı tahmin edilmektedir. Uzun-dönem eğilimleri ve göstergeleri, Dünya'nın toplam birincil enerji tüketiminin 2000-2010 döneminde yılda ortalama %1.9; 2010-2030 yılları arasında ise %1.7 oranında artacağını göstermektedir. Bu artışın en büyük bileşenlerini sırasıyla %3.3 ve %2.4 oranıyla

hidrolik dışı yenilenebilirler ve doğal gaz, en düşük oranını ise %0.1 ile nükleer enerjideki artış oluşturmaktadır. Elektrik enerjisi tüketiminin ise birincil enerji tüketiminden daha hızlı bir artış göstererek, aynı dönemlerde sırasıyla %2.7 ve %2.6 oranlarında artacağı ve 2030 yılında bu günkü talebinin iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Buna göre 2010, 2020 ve 2030 yıllarına kadar, 2000 yılına göre sırasıyla %20, %43 ve %66 oranında daha fazla toplam birincil enerji arzının olması gerekmektedir.

Dünya enerji tüketimi; nüfus artışına, sanayileşmeye ve teknolojik gelişmelere paralel olarak, baş döndürücü bir hızla artmakta ve 21. Yüzyıla girerken adeta enerji soğuran bir toplum ortaya çıkmaktadır. 1998 yılı Dünya toplam elektrik enerjisi gereksinimi 15 trilyon KWh düzeyindedir. 2001 yılında Dünya enerji tüketimi bir önceki yıla göre %0.3 oranında yükselmiştir. 2001 yılı, 1998 yılından bu yana %5 'in altında enerji tüketim artışı gösteren üçüncü yıl olmuştur. Hidrolik enerji tüketiminde % 3,7 düşüşü karşılık nükleer enerji ve kömür tüketiminde sırasıyla %2,8 ve %1,7 oranında artışlar kaydedilmiştir. Dünya petrol üretiminde 2001 yılında %0,3 lük azalma olmuştur. Doğal gaz tüketiminde 2000 yılındaki artışa rağmen, 2001 yılında sadece %0,3 oranında artış olmuştur. Fosil kaynaklar, bugün olduğu gibi, önümüzdeki on yıllarda da, dünya birincil enerji üretimindeki belirleyici oranlarını koruyacaklardır. Dünya birincil enerji üretiminde bu kaynakların 2020 yılındaki toplam paylarının %88.5 olacağı öngörülmektedir. Birincil enerji üretimi içinde petrolün payı %37.9, doğal gazınki ise %28.5 olarak hesaplanmaktadır.

2.2.2 Dünya Birincil Enerji Rezervleri

Dünya enerji rezervleri üzerinde yapılan son araştırmalar (WEC- Energy Assessment; IEA — World Energy Investment Outlook, 2003) yeryüzünde geniş enerji kaynakları olduğunu ve kesin rezervlerin 2030 ve hatta daha sonrası bir dönemde de yeterli olacağını göstermektedir. 2030 ötesi için karbon sorununun çözümlenmesi ile önemli rezervlere sahip fosil yakıtların kullanımının devamı beklenmektedir. Petrol birincil enerji kaynağı olarak yerini ve önemini koruyacak; yapılan tahminlere göre dünya petrol arzı 30 yıl içinde %60 artarak 2030 yılında günde 120 milyon varile ulaşacaktır. Bu dönemde, dünya toplam enerji arzının içindeki petrol payı %36-38 civarında olacaktır. Yeni petrol rezervlerinin keşfi için

arama çalışmalarına öncelik verilmesi gerekmektedir. Doğal gaz için 2000 yılında 2080Mtep olan üretim miktarının özellikle Batı Avrupa'nın yüksek talebinin karşılanması amacıyla ile ortalama %2.4 artarak 2030 yılında ikiye katlanacağı ve değerine yükseleceği hesaplanmaktadır. Bu, toplam dünya enerji talebinin karşılanmasında 1990 yılında %16.7 olan doğal gaz oranının 2030 yılında %26.7 olacağı anlamına gelmektedir. İEA tarafından yapılan çalışmalar 170-200 yıllık gereksinmeye yetecek kadar gaz rezervi olduğunu göstermektedir. Ancak, gaz rezervlerinin geliştirilmesi, enerji pazarlarına taşınımı için gerekli alt yapının sağlanabilmesi ve teknolojik gelişmelerin bu talep artışını karşılayıp karşılamayacağı soru işareti yaratmaktadır. Ayrıca, jeopolitik faktörlerin, transit geçişlerin sınır aşan doğal gaz projelerinde oluşturabileceği riskler, gaz piyasalarının serbestleşme aşamasındaki da bazı belirsizliklerin işaretini vermektedir.

Doğal gaz fiyatının çeşitli nedenlerle artabileceği de tahminler arasındadır. Buna rağmen, dünya doğal gaza bağımlılık dönemine girmektedir. Kömürün,200 yıllık talebe yetecek büyüklükte 1 trilyon tona yakın olduğu tahmin edilen bir küresel rezerve sahip olması ve yeni yanma teknolojilerinin kullanılması nedeniyle, 2000 yılında 2355 Mtoe olan üretiminin, yılda ortalama %1.4 artış hızıyla, 2020 yılında 3128 Mtoe, 2030 yılında ise 3600 Mtoe değerine ulaşacağı ve başlıca kullanımının elektrik üretiminde olacağı ön görülmektedir. Toplam Dünya enerji talebinin yalnızca %12'sini sağlayan kömür genel olarak ulusal ve bölgesel bir yakıt olarak düşünülmelidir. Kömür rezervleri coğrafik olarak 50'den fazla ülkeye yayılmış olup taşınma, depolanma ve kullanma kolaylığına sahiptir.

Fosil yakıtların Dünya'da bilinen rezerv dağılımları petrol eşdeğeri olarak %68 kömür, %18 petrol, %14 Doğal gaz olarak hesaplanmaktadır. Üretilen Dünya fosil yakıt rezervleri Çizelge 3'de görülmektedir. (BP Amaco Statistical Review of World Energy,2000).

Yaklaşık 150 ülkede hidroelektrik potansiyel mevcuttur. Ekonomik yapılabilir potansiyelin yaklaşık %70'i henüz geliştirilmemiştir. Dünyanın teknik ve ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyeli sırasıyla 14000 TWh/yıl ve 8000 TWh/yıl'dır. 2003 yılı başında bu potansiyelin 728.5 GW'ı (yada 2743 TWh/yıl) işletmede, 100.7 GW'ı inşa halindedir. Gelecekte yapım için planlanan toplam kapasite 337.9 GW'tır. Henüz geliştirilmemiş potansiyelin büyük bir kısmı Afrika, Asya ve Latin Amerika

ülkelerinde yer almaktadır. 1 100 000 GWh/yıl ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyeline sahip Afrika'nın birçok ülkesinde kişi başına tüketilen yıllık enerji miktarı 100 kWh'in altındadır.

Tablo 3 – Dünya antrasit, bitümlü kömür ve linyit rezerv-üretim oranları

	Antrasit ve Bitümlü Kömür	Alt-Bitümlü ve Linyit	TOPLAM	Toplam İçindeki Payı (%)	Rezerv/ Üretim Oranı
Kuzey Amerika	120222	137561	257783	26,2	247
GüneyveMerkezAmerika	7738	14014	21752	2,2	354
Avrupa	144874	210496	355370	36,1	300
Afrika ve Orta Doğu	56881	196	57077	5,8	233
Asya-Pasifik	189347	103124	292471	29,7	113
DÜNYA TOPLAMI	519062	465391	984453	100	192

Bugün için, hidroelektrik enerji Dünya'da üretilen toplam elektrik enerjisinin %20'sini sağlamaktadır. Hidroelektrik yaklaşık 65 ülkenin ulusal elektriğinin %50'sini, ve 13 ülkenin de elektriğinin neredeyse tamamını sağlamaktadır. Çok sayıda ülke, hidroelektriği gelecekteki ekonomik gelişmelerinin anahtarı olarak görmekte ve bu yönde ulusal bir strateji belirlemektedir. Dünya'nın en fazla hidroelektrik enerji üreten ülkesi olan Kanada'nın 2002 yılı üretimi 353.2 TWh olup, 27 AB ülkesinin toplamına (364.5 TWh) çok yakındır. Bugün için dünya enerji gereksiniminin, yaklaşık %90'ı fosil kaynaklarla karşılanmaktadır. Enerji alanında etkin olan çeşitli uluslararası kuruluşların çalışmalarına göre de, en azından önümüzdeki 20 yıllık süreçte, yeni teknolojiler alanında çok köklü değişikliklerin olmaması halinde, fosil kaynaklar toplam payları olan %90'ı koruyacaklardır. Dolayısı ile, bugün olduğu gibi, önümüzdeki 20 yılda da, alternatif enerji kaynağı arama çabalarının devam edecek olmasına karşın, fosil kaynaklara ve bunu içinde de özellikle gaz ve petrole sahip olma savaşının, uluslararası ilişkilerin, önde gelen belirleyici etkenleri arasında yer alacaktır. Ancak bu iki kaynaktan daha fazla ömrü olan ve dünyadaki dağılımı çok daha homojen olan kömürün daha fazla kullanılması (yaklaşık 250 yıl) gereken ve fiyatlarının da, diğer iki fosil kaynağa göre daha sabit kalması beklenen bir kaynak olduğu kabul edilmektedir. Bu özelliği de kömürün, özellikle arz güvenliği açısından stratejik bir avantaj oluşturmaktadır (Ateşok, 2000).

Enerji politikalarının belirlenmesinde, arz güvenliği açısından, ülkeler kendi kaynaklarını geliştirmenin yanında, ithal edilecek kaynaklarda, gerek enerji kaynağı türü ve gerekse bu kaynakların sağlandığı ülkeler açısından, kaynak çeşitliliğinin üzerinde önemle durmaktadırlar. Örneğin ABD, tükettiği petrolün yaklaşık %53'ünü ithal ederken, bu ithalatını başta Kanada, Meksika, Venezuela ve Suudi Arabistan olmak üzere, çok sayıda ülkeye yaymış durumdadır (Alkin, 2002).

Fosil kaynaklar üretimi giderek azalan AB ülkelerinin de, ithal enerji kaynaklarına olan gereksinimi artmaktadır, AB'nin bu konudaki en temel yaklaşımlarından birisi, ithal kaynaklara bağımlılığındaki riskleri en aza indirebilmektedir. Bu yaklaşımın temelinde de, gerek tür açısından, gerekse ithalatın yapıldığı ülkeler açısından, çeşitlendirme ve denge, en önemli unsurlar olarak yer almaktadır. AB, enerji tüketiminde büyük oranda dışa bağımlıdır. AB'nin mevcut enerji talebi %41 petrol, %22 gaz, %16 kömür, %5 nükleer ve %6 yenilenebilir enerji kaynağı şeklindedir. Topluluk olarak 2000 yılı itibarı ile yıllık enerji tüketimi 1,5 milyar TEP'tir. 2030 yılında bu tüketimin 1,7 milyar TEP'e çıkması beklenmektedir. . Görüldüğü gibi topluluk dünyadaki en önemli enerji tüketicilerinden biridir. Bugün için enerji tüketiminin yaklaşık yarısını kendi üretimi ile karşılamakta olan topluluk, 2030 da toplam enerji tüketiminde %70, petrolde ise %90 dışa bağımlı olacaktır. Artan bağımlılıklar AB ekonomisini özellikle petrol krizlerine duyarlı hale getirecektir. AB'nin bu durum karşısında çok fazla seçeneği yoktur. Örneğin nükleer enerji kullanımı, ciddi bir politik mutabakat ve atık sorununun şeffaf bir politika çerçevesinde teknolojik olarak çözülmesini gerektirmektedir. Çevre, kömürün kullanımı için ciddi bir kısıtlayıcı olmakta, bu nedenle kömür teknolojisindeki gelişmeler çok önem taşımaktadır, Doğal gaz ise riskli bir yeni bağımlılıktır, politik destek ve öncelik gerektiren yenilenebilir kaynaklarının tüketim artışında beklenen gelişme oldukça sınırlıdır, bu kaynakların kullanımındaki yüksek tesis maliyetleri, tabiat şartlarına bağımlılığı gibi nedenlerle 2010'larda bu kaynakların toplam tüketim içinde ancak %12 civarında pay alması mümkün görülmektedir, Sonuç olarak; topluluk mevcut enerji tüketim trendi ve yapısı ile enerji sektöründe sorunlarla karşı karşıyadır. Bu nedenle AB Enerji Komisyonu, bir enerji politikası oluşturmuştur. Enerji politikasında üç ana unsura yer verilmiştir. Bunlar;

- Enerji arzının güvenilirliği
- En düşük maliyetle enerji arzı için serbest rekabet
- Çevre ve vatandaşlarının sağlığının korunması.

Dünyanın en büyük gaz rezervlerine sahip Rusya Federasyonu ise, bir başka açıdan bu çeşitliliği yaşama geçirmeye ve Avrupa'ya tamamen Ukrayna üzerinden yapmakta olduğu gaz ihracatında, Polonya başta olmak üzere, yeni güzergahlar arayışına girmiştir (Pamir, 2002). Dünyanın 2002 yılı itibarıyla toplam elektrik enerjisi tüketimi 16 trilyon KWh'dir. (Enerji istatistikleri, 2002). Türkiye'de kişi başına düşeni tüketim 1817 KWh düzeyindedir (Enerji Raporu, 2002). Buna karşılık, 2000 yılı itibarıyla AB ortalaması 6500 KWh/kişi iken ABD'de bu rakam 13.800 KWh/kişi'dir. Türkiye'deki fosil enerji hammaddelerinde halihazırda saptanan rezervler; 8,3 milyar ton linyit, 1,3 milyar ton taşkömürü, 48,4 milyon ton ham petrol ve yaklaşık 10 milyar m³ doğal gaz düzeyindedir.

Halen tükettiği enerjinin %70'ini ithal eden ülkemizde, 2020 yılı için hazırlanan senaryolarda ithalat payı %76'ya yükselmektedir. Ekonomik büyüme hızının iki katı bir hızla artmakta olan enerji tüketiminin, 2020 yılında en az 40 milyar dolarlık bir ithalat gerektireceği hesaplanmaktadır (Önal, 2003). İthalat miktarı 1996 yılında 40 milyon TEP olmuştur. Yapılan tahminlere göre bu açık, 2010 yılında 96 milyon TEP, 2020 yılında 227 milyon TEP düzeyine yükselecektir. Bu durumda ülkemiz, enerji bakımından büyük ölçüde dışa bağımlı olmaktadır. 2002 yılı itibarıyla ülkemizde elektrik üreten toplam 6233 MW kurulu gücünde kömür kullanan termik santraller mevcuttur. Mevcut linyitlerimizin büyük bir miktarının kalitesinin iyi olmaması nedeniyle, termik santrallerde tüketilmeleri öngörülmekte olup, daha kaliteli olanları ise sanayi ve ısınma sektörlerinde tüketilmektedir. Ancak, son yıllarda önem kazanan enerjiden kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılması çalışmaları çerçevesinde, belirli bir program içerisinde hem mevcut, hem de yapılması planlanan linyit yakıtlı santrallere desülfürizasyon ve toz tutucu ünitelerinin ilavesi konusu bu santrallerin maliyetlerini artırmakta, bu da doğalgaz yakıtlı santrallerin kurulmasında tercih nedeni olmaktadır. 70 milyon nüfusu, yıllık ortalama nüfus artış hızı % 1,7 olan ve halen sanayileşme sürecinde bulunan ülkemizin, son on yıllık genel enerji talebinin ortalama artış hızı ise %9'dur. Ülkemizin de üyesi bulunduğu Uluslararası Enerji

Ajansı'na üye olan ülkelerin; ülkemiz hariç diğer ülkelerin tamamı gelişmiş ülkeler sınıflamasında yer alır; son on yıllık genel enerji talebi artış hızı %2, elektrik enerjisi talep artış hızı ise %3 olarak tespit edilmiştir. Kişi başına düşen enerji tüketim miktarlarında ABD en yüksek paya sahip, bu ülkeyi Kanada ve Finlandiya takip etmektedir Tablo 4' te ülkeler kişi başına enerji tüketim kg/kişi olarak sunulmuştur.

Tablo 4 - Kişi başına enerji ve elektrik enerjisi tüketimi

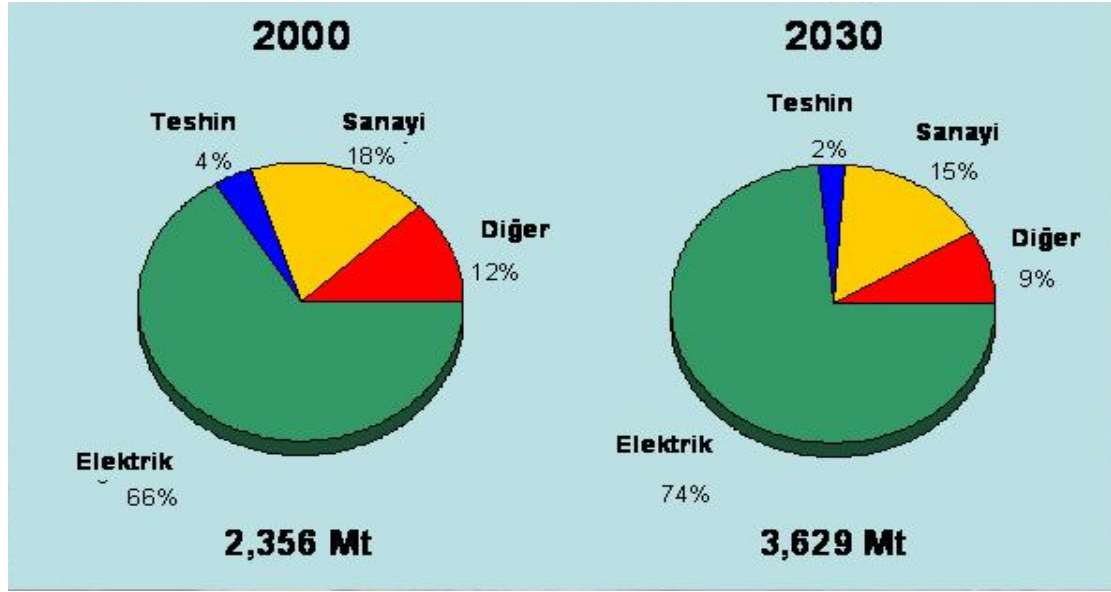
Ülkeler	Ticari Enerji (Kg/kişi)	Elektrik Enerjisi (KWh/kişi)
Kanada	8160	16968
Finlandiya	6400	15285
ABD	8350	13843
Avustralya	5750	10053
Japonya	4130	8331
Belçika	5777	8244
Fransa	4250	7302
Avusturya	3520	7005
Almanya	4130	6684
İsrail	3240	6429
İtalya	2970	5228
İspanya	3130	5248
Yunanistan	2640	4694
Bulgaristan	2300	3675
İngiltere	3890	5996
TÜRKİYE	1205	1817
Irak	1190	1450
İran	1770	1596
Çin	900	993
Hindistan	490	393
Pakistan	460	374
OECD	4740	8089
AB	3860	6457
DÜNYA	1680	2343

2.3 Artan Enerji Talebi

Gelişen dünyada yaşam standardının gelişmesinin ilk göstergesi elektrik kaynaklarıdır. Başlangıçta sadece ışık ihtiyacını karşılayabilir, fakat kısa bir süre sonra ev kullanımı ve endüstriyel uygulamalar için elektrik enerjisi talep edilecektir. Gelişen ekonomiler endüstriyel gelişmelerinin bir sonucu olarak yaşam standartlarının yükselmesiyle elektrik tüketimini artan bir oranda yükseltiyor.

2.4 Dünyada Kömür Talebi

2000 yılındaki kömür talebi sektörler bazında Grafik 3'te görüldüğü gibidir. Yapılan projeksiyona göre yılda %1,7 büyüme ile 2030 yılında kömür talep miktarının 3,629 Mt' a çıkması ve 2030 yılında artan enerji talebinin %90'lık kısmı fosil yakıtlar tarafından karşılanacak olması öngörülmektedir.



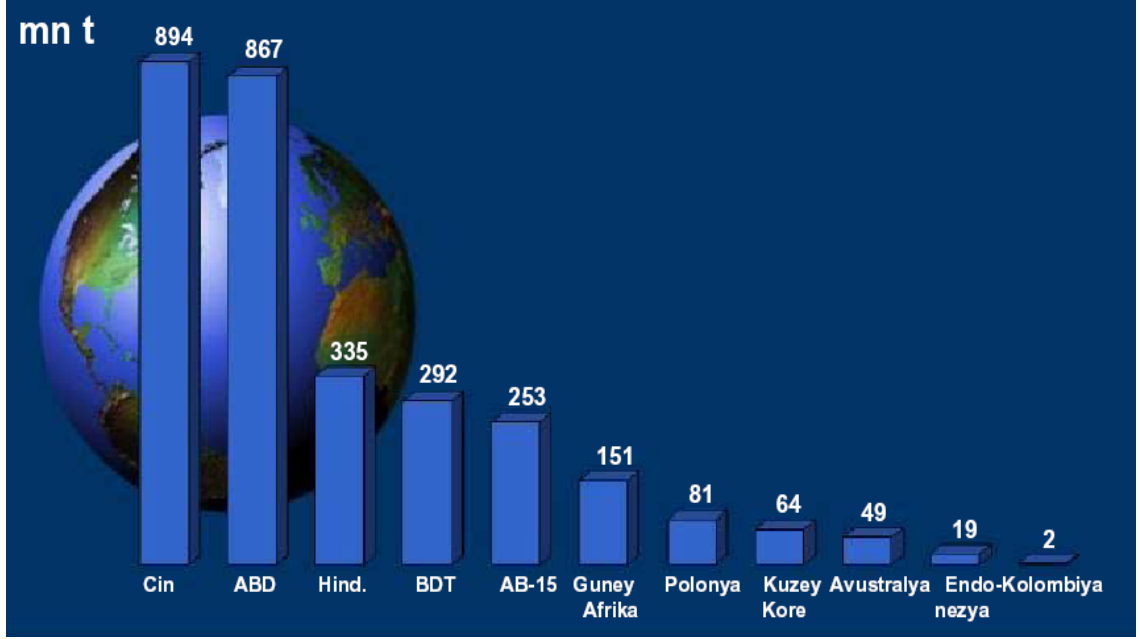
Tablo 5 – 2000-2030 Yılları arasında tahmini dünya kömür talebinin sektörel dağılımı (Key World Energy Statistics, BP,2002)

Tablo 6 - Dünyada kömür tüketen ülkeler ve miktarları (BP 2002)

Kömür Tüketimi(taşkömürü,linyit,antrasit)							2002ye göre	2002
MT (Milyon Ton Petrol Eşdeğeri)	1998	1999	2000	2001	2002	2001	Değişim	Toplam payı
ABD	545,8	544,9	569,1	545,9	553,8	1,4%		23,1%
Toplam Kuzey Amerika	579,8	578,7	604,7	583,0	591,5	1,5%		24,7%
Brezilya	11,2	11,7	11,9	12,2	12,0	-2,0%		0,5%
Toplam G.&Orta Amerika	19,3	19,2	19,8	19,5	17,8	-8,4%		0,7%
Çek Cumhuriyeti	20,5	19,0	21,0	21,4	20,4	-4,6%		0,9%
Fransa	16,1	14,3	13,9	11,6	12,7	9,3%		0,5%
Almanya	84,8	80,2	84,9	85,0	84,6	-0,4%		3,5%
Kazakistan	22,9	19,8	23,2	22,5	21,7	-3,3%		0,9%

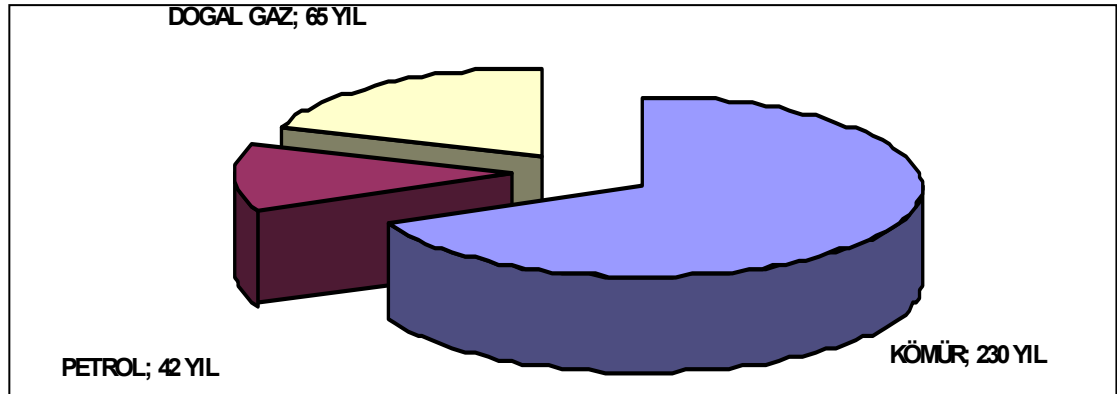
Polonya	63,8	61,0	57,6	58,0	56,4	-2,8%	2,4%
Rusya Federasyonu	100,0	104,1	106,0	110,2	98,5	-10,6%	4,1%
İspanya	17,7	20,5	21,6	19,5	21,9	12,0%	0,9%
Türkiye	22,5	20,8	22,3	20,4	18,1	-11,4%	0,8%
Ukrayna	36,9	38,5	38,8	39,4	38,3	-2,8%	1,6%
İngiltere	39,7	35,6	36,9	40,3	36,5	-9,3%	1,5%
Diğer Avrupa ve Avrasya	15,4	11,8	12,5	12,1	12,9	7,3%	0,5%
Toplam Avrupa ve Avrasya	523,2	502,8	518,0	523,3	506,1	-3,2%	21,1%
Toplam Orta Doğu	6,8	6,7	7,3	8,0	8,4	4,6%	0,3%
Güney Afrika	83,4	82,3	81,9	80,7	81,8	1,4%	3,4%
Diğer Afrika	7,0	6,5	6,3	7,2	7,5	3,7%	0,3%
Toplam Afrika	91,7	89,9	89,4	89,2	90,6	1,6%	3,8%
Avustralya	46,4	47,2	47,6	49,3	49,5	0,5%	2,1%
Çin	608,3	492,3	454,7	518,7	663,4	27,9%	27,7%
Hindistan	159,8	158,1	169,3	172,5	180,8	4,8%	7,5%
Endonezya	9,3	11,6	13,7	16,7	17,8	6,6%	0,7%
Japonya	88,4	91,5	98,9	103,0	105,3	2,2%	4,4%
Güney Kore	36,1	38,2	43,0	45,7	49,1	7,4%	2,0%
Tayvan	23,8	24,9	28,9	30,8	32,5	5,4%	1,4%
Diğer Asya Pasifik	56,5	55,8	57,9	58,8	60,5	3,0%	2,5%
Toplam Asya Pasifik	1048,0	939,4	935,1	1020,1	1183,5	16,0%	49,4%
TOPLAM DÜNYA	2268,8	2136,7	2174,3	2243,1	2397,9	6,9%	100,0%
AB 15	215,5	204,6	213,8	215,4	216,8	0,7%	9,0%
OECD	1082,9	1070,8	1118,1	1105,8	1116,3	0,9%	46,6%
Eski Sovyet Ülkeleri	163,2	164,5	170,1	174,1	160,5	-7,8%	6,7%
Diğer	1022,7	901,6	886,1	962,9	1121,0	16,4%	46,7%

Dünya kömür tüketiminde ilk sıralarda 894 Mt ile Çin, 867 Mt ile ABD, 335 Mt ile Hindistan ve 292Mt ile BDT ülkeleri yer almaktadır. Avrupa Birliği'nin kömür tüketim miktarı ise 253Mt dur.



Şekil 4 – Ülkeler bazında dünya taş kömürü tüketim miktarları, 2000 (Stadelhofer, J, 2002)

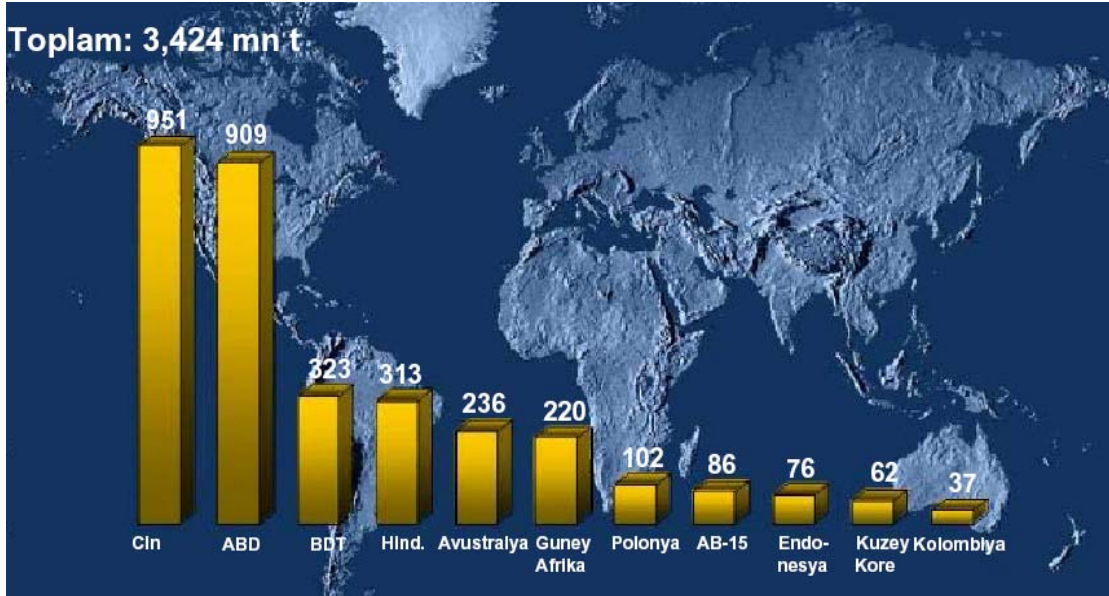
Dünya fosil kaynaklarının tahmini tükeniş süresi Şekil 5'te görüldüğü gibi daha homojen dağılımlı olan kömür enerji kaynağının diğer enerji kaynaklarına oranla daha uzun vadede önemli ve ekonomik olacağı öngörülmektedir.



Şekil 5 – Dünya fosil kaynaklarının tahmini tükeniş süresi (CIAB, 2003)

2.5 Kömür Üretimi Ve Rezervi

Şekil 6'da görüldüğü gibi dünya kömür üretimi Çin ve ABD tarafından hakim olunmuş durumdadır.



Şekil 6 – Dünyada kömür üreten ülkeler, 2000 (Stadelhofer, J, 2002)

2000 yılındaki kömür üretimi 4595 Mt'dur. EIA'nın yaptığı projeksiyona göre kömür üretimi 2030 yılında 6953 Mt olacaktır. 2000 yılında Çin'in kömür üretim oranı %27 iken olan 2030 yılındaki değerinin % 33 oranına yükseleceği öngörülmektedir. Rusya % 5'ten % 4'e düşecek, Kuzey Amerika %23 ten % 19'a düşecektir.

Tablo 7 – Dünyada kömür üretimi yapan ülkeler ve miktarları (BP 2002)

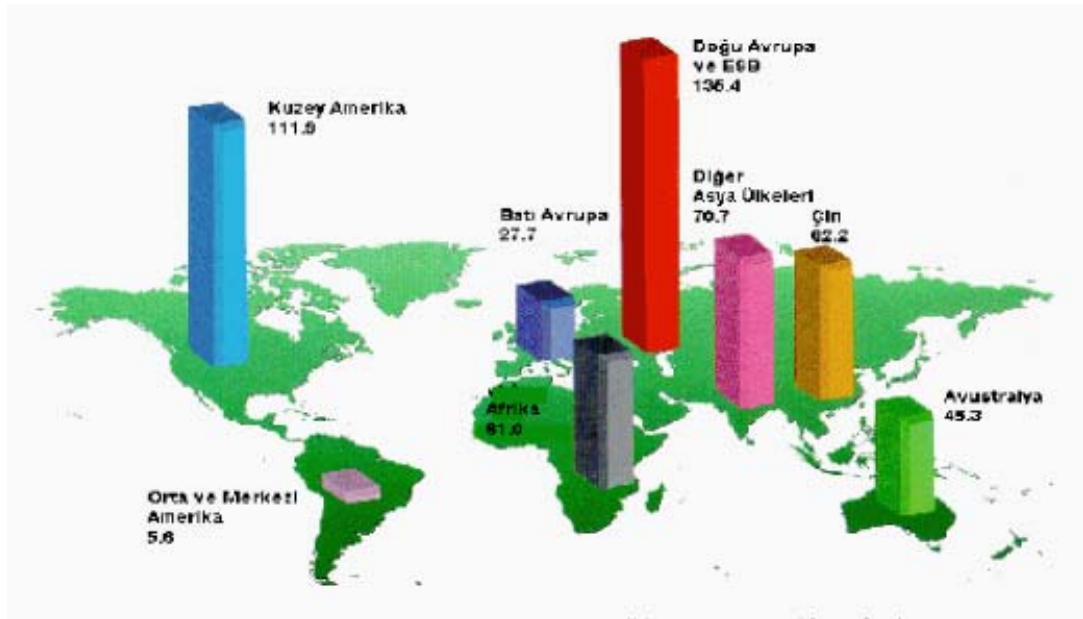
Kömür Üretimi (taşkömürü, linyit, antrasit)						2002ye göre	2002
	1998	1999	2000	2001	2002	Değişim	Toplam
TEP(Milyon Ton Petrol Eşdeğeri)					2002	2001	Payı
ABD	598,4	579,7	565,6	589,4	571,7	-3,0%	24,0%
Kanada	40,8	39,2	37,1	37,6	35,5	-5,6%	1,5%
Toplam Kuzey Amerika	644,0	623,8	608,1	632,5	612,9	-3,1%	25,8%
Kolombiya	19,6	21,3	24,8	28,5	25,7	-10,0%	1,1%
Toplam G.&Orta Amerika	26,7	28,7	33,0	36,6	34,1	-7,2%	1,4%
Çek Cumhuriyeti	26,0	23,1	25,0	25,4	24,3	-4,2%	1,0%
Almanya	61,3	59,4	56,5	54,1	54,8	1,3%	2,3%

Kazakistan	36,0	30,0	38,5	40,6	37,6	-7,4%	1,6%
Polonya	79,6	77,0	71,3	71,7	70,8	-1,3%	3,0%
Rusya Federasyonu	103,9	112,0	115,8	121,5	113,8	-6,4%	4,8%
Türkiye	13,9	13,3	13,9	14,2	11,5	-18,9%	0,5%
Ukrayna	39,9	42,8	42,2	43,8	43,0	-1,9%	1,8%
İngiltere	25,0	22,5	19,0	19,4	18,3	-6,0%	0,8%
Diğer Avrupa & Avrasya	16,5	13,3	14,4	15,1	16,0	6,1%	0,7%
Toplam Avrupa & Avrasya	436,8	425,8	428,8	438,1	421,8	-3,8%	17,7%
Toplam Orta Doğu	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	-22,0%	□
Güney Afrika	127,1	125,6	126,6	126,3	126,8	0,4%	5,3%
Toplam Afrika	132,0	130,1	130,5	130,3	130,6	0,2%	5,5%
Avustralya	149,2	153,0	162,0	174,1	183,6	5,4%	7,7%
Çin	619,7	523,9	501,8	547,8	703,0	28,3%	29,5%
Hindistan	150,3	147,4	157,0	160,3	168,4	5,0%	7,1%
Endonezya	38,3	45,3	47,4	56,9	63,3	11,2%	2,7%
Diğer Asya Pasifik	41,2	42,2	42,2	41,8	41,5	-0,7%	1,7%
Toplam Asya Pasifik	1018,7	930,2	929,1	1001,1	1179,6	17,8%	49,6%
TOPLAM DÜNYA	2258,8	2139,3	2130,1	2239,1	2379,4	6,2%	100,0%
OECD	1030,6	1002,8	984,9	1020,6	1003,4	-1,7%	42,2%
Eski Sovyet Ülkeleri	180,8	185,9	197,4	206,9	195,3	-5,6%	8,2%
Diğer	1047,4	950,2	948,0	1011,9	1180,4	16,7%	49,6%

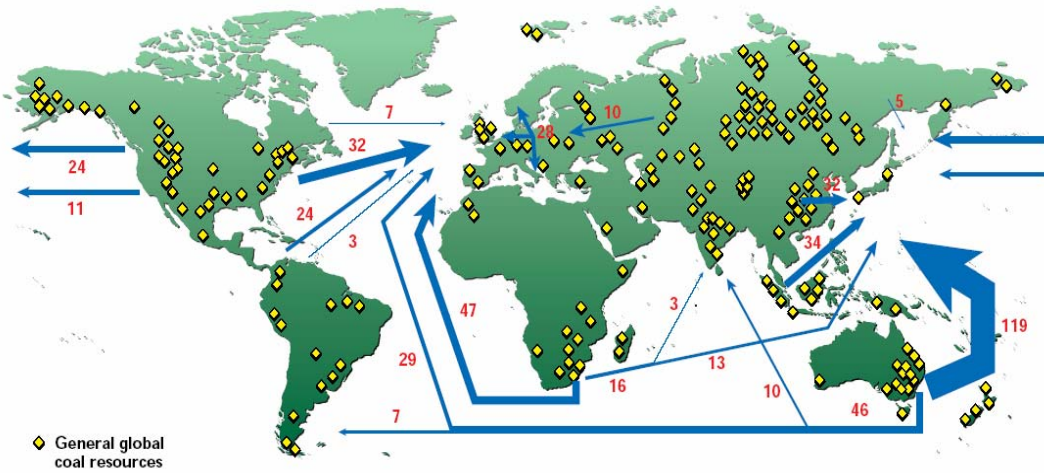
Dünya kömür rezervlerinin ülkeler ve kömür türleri itibariyle dağılımı 2002 yılı değerleriyle Tablo 7’de verilmiştir. Tablo 7’de görüleceği gibi 985,2 milyon tonluk dünya kömür rezervinin %30’u Asya ve Okyanusya (Çin), %28’i Amerika (ABD), %11’i Avrupa, %23’ü Eski Sovyetler (Rusya), %6’sı Afrika’da toplanmıştır.

Tablo 8 – Dünya kömür rezervleri ve üretim miktarları

2002 Yılı	Rezerv (milyar ton)				Üretim(milyar ton)			
	Taş Kömür	Linyit	TOPLAM		Taş Kömür	Linyit	TOPLAM	
			Kömür	%			Kömür	%
Kuzey Amerika	117	140	257	26	936	91	1.027	23
Güney Amerika	8	14	22	2	52		52	1
Avrupa	41	72	113	11	205	352	557	12
Eski SSCB	98	133	231	23	322	181	503	11
Afrika	61	0,2	61,2	6	231		231	5
Asya	184	108	292	30	1.890	142	2.032	45
TÜRKİYE	1	8	9	1	3	65	68	2
TOPLAM	510	475,2	985,2	100	3.639	831	4.470	100

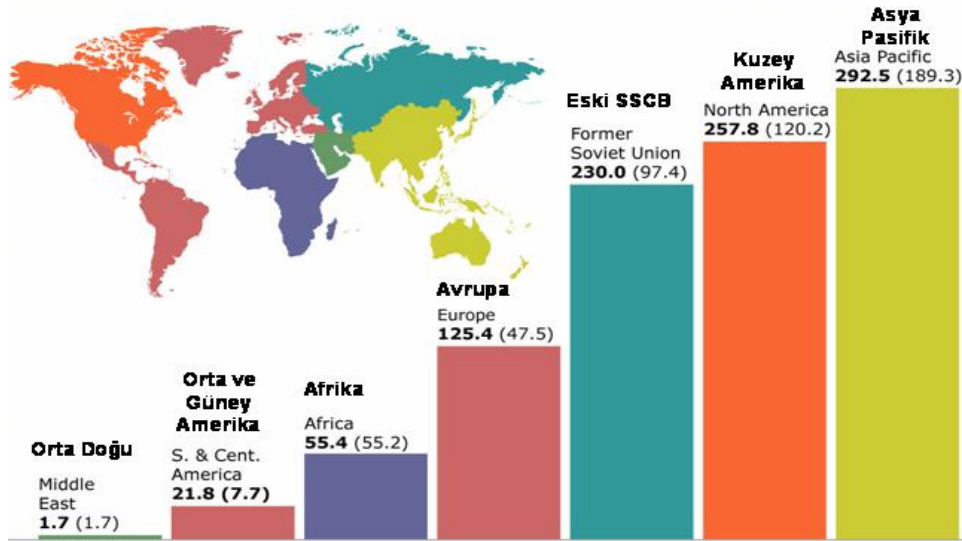


Şekil 7 – Kömür rezervleri miktar ve ülkeler bazında dağılımı (IEA, 2003)



Şekil 8 – Kömür rezervlerinin küresel dağılımı (IEA, 2003)

Kömür kaynakları dünya üzerinde Şekil 7 ve şekil 8’de görüldüğü gibi dağılmıştır. Petrol ve doğal gazda olduğu gibi belli bölgelerde yoğunlaşmamıştır.



Şekil 9 – Dünya kömür rezervleri (BP, 2002)

2.6 Uluslararası Kömür Ticareti

2.6.1 İthalat

Ülkeler ve kömür türleri itibariyle dünyadaki kömür ithalat miktarları 2002 yılı değerleriyle Tablo 9’da verilmiştir. Dünya toplam taş kömürü ithalat miktarı 659 Mt’dur ve bunun 159 Mt’luk kısmı Japonya, 70 Mt’luk kısmı Kore ve 52 Mt’luk kısmı ise Çin Tayvanı tarafından ithal edilmektedir. Toplam ithalatın kıtalar bazında

dağılımında ise, Avrupa ve Amerika'nın payları, sırasıyla %38,59 ve %6,09 dur. Türkiye'nin toplam ithalat içindeki payı ise %1,92 düzeyindedir.

Tablo 9 - Dünyadaki ana kömür ithalatçıları 2001 dahil (Coal Power For Progress, 2002)

	Buhar	Koklaşabilir
Japan	80.8 Mt	56.0 Mt
Republic of Korea	47.5 Mt	17.4 Mt
Chinese Taipei	42.4 Mt	6.5 Mt
UK	27.8 Mt	7.7 Mt
India	11.0 Mt	9.8 Mt
EU15 Total	145.4 Mt	44.9 Mt

2.6.2 İhracat

Ülkeler ve kömür türleri itibariyle dünyadaki kömür ihracat miktarları 2002 yılı değerleriyle Tablo 10'da verilmiştir. Dünya toplam taş kömürü ihracat miktarı 640 Mt'dur ve bunun 198 Mt'luk kısmı Avustralya, 86 Mt'luk kısmı Çin, 73 Mt'luk kısmı Endonezya, 69Mt'luk kısmı Güney Afrika ve 45 Mt'luk kısmı ise Rusya tarafından yapılmaktadır. Toplam ihracatın kıtalar bazında dağılımında, Avrupa, Asya, Amerika ve Afrika'nın payları, sırasıyla %13,36, %13,56, %27,13 ve %12'dir.

Tablo 10 - Dünyadaki ana kömür ihracatçıları, 2001 dahil (Coal Power for Progress, 2002)

Ülkeler	<u>Buhar Kömürü</u>	<u>Koklaşabilir Kömür</u>
Avustralya	86.7 Mt	106.1 Mt
Çin Halk Cum.	79.4 Mt	11.5 Mt
Güney Afrika	69.3 Mt	0 Mt
Endonezya	66.4 Mt	0 Mt
ABD	21.0 Mt	23.1 Mt

Rusya	34.1 Mt	6.9 Mt
Kolombiya	37.1 Mt	0.2 Mt
Kanada	3.1 Mt	27.1 Mt
Polonya	19.2 Mt	3.8 Mt

2.6.3 Fiyatlar

Kömür fiyatları, kömürlerin spesifikasyonlarına bağlı olarak ithalatçı ve ihracatçı arasında pazarlık yoluyla belirlenmektedir. Bu nedenle, standart bir kömür fiyatından söz etmek mümkün değildir. Bununla birlikte, çeşitli ülkelerin yıllar itibariyle ortalama kömür ithal maliyetleri kömür fiyatlarının gelişimi hakkında yeterince fikir verebilmektedir (Tablo 11). 1987-2030 yılları fiili ve öngörülen kömür fiyatları, petrol ve doğalgaz fiyatları ile kıyaslandığında, kömürün diğer yakıtların tersine fazla dalgalanmadan 35-55½\$/tep arasında seyrettiği ve bu şekilde devam edeceği; buna karşın doğalgazın 2030 yılında 160\$/tep, petrolün ise 170\$/tep e kadar tırmanacağı tahmin edilmektedir. 2030 yılına kadar kömürün en büyük rakibinin doğalgaz olacağı, daha sonraki yıllarda belki nükleer enerji olabileceği vurgulanmaktadır.

Tablo 11 - Dünya kömür fiyatları (Pton usd) (IEA 2003)

Yıl	Marker Fiyatı (Kuzeybatı Avrupa)	ABD elektrik santrallerinde kullanılan kömürün fiyatı	Japon koklaşabilir kömür CIF ithalat fiyatı(usd)	Japon Buhar Kömürü CIF ithalat fiyatı(usd)
1987	31,30	35,09	53,44	41,28
1988	39,94	33,77	55,06	42,47
1989	42,08	33,21	58,68	48,86
1990	43,48	33,57	60,54	50,81
1991	42,80	33,10	60,45	50,30
1992	38,53	32,35	57,82	48,45
1993	33,68	31,51	55,26	45,71

1994	37,18	30,88	51,77	43,66
1995	44,50	29,78	54,47	47,58
1996	41,25	29,16	56,68	49,54
1997	38,92	28,83	55,51	45,53
1998	32,00	28,31	50,76	40,51
1999	28,79	27,35	42,83	35,74
2000	35,98	26,99	39,69	34,58
2001	39,29	27,68	41,33	37,96
2002	31,65	27,46	41,91	37,04

2.7 Dünyada Kömür Dışı Enerji Kaynaklarının Durumu

2.7.1 Petrol

2003 yılı sonu itibari ile Dünya ispatlanmış Petrol Rezervleri 156,7 milyar ton, doğal gaz rezervleri ise 175,78 trilyon mt Petrol ve doğal gazın rezerv miktarları Tablo 12' de verilmiştir.

Tablo 12 – Dünya petrol ve doğal gaz rezervleri (2003 Yılı Sonu)

BÖLGE	PETROL (10 ⁹ Ton)	DOĞAL GAZ (10 ¹² m ³)
Kuzey Amerika	8,8	7,3
Orta Ve Güney Amerika	14,6	7,2
Avrupa Ve Eski S.S.C.B.	14,5	62,3
Orta Doğu	99,0	71,7
Afrika	13,5	13,8
Asya Pasifik	6,4	13,5
TOPLAM	156,7	175,8

Dünya ispatlanmış petrol ve doğal gaz rezervleri, 2002 yılı üretim miktarı ile dünyanın yaklaşık 41 yıllık ve 67,1 yıllık ihtiyacını karşılayacak düzeydedir. Petrol rezervlerinin büyük oranda %63,3 Orta Doğu bölgesinde yoğunlaştığı görülmektedir. Petrol rezervlerine ülke bazında bakıldığında Suudi Arabistan %23,1 ile birinci sırada yer almakta olup, bunu İran %11,5, Irak %10, Kuveyt %8,5, Birleşik Arap Emirlikleri %8,3, ve Venezuela %7 takip etmektedir. Rusya Federasyonu 47 Trilyon m³ ve %26,7 pay ile ispatlanmış doğal gaz rezervleri açısından birinci sırada yer almakta, bunu İran 27 trilyon m³ ve % 15,2 payla takip etmektedir. Avrupa ve BDT Ülkeleri (Azerbaycan, Belarus, Rusya Federasyonu,Ukrayna vs) 62,30 Trilyon m³ doğal gaz rezervi ile önemli bir coğrafi ve stratejik ağırlık taşımaktadır.

2.7.2 Doğal Gaz

Dünya doğal gaz rezervi 2002 yılı sonu itibariyle 155,1 trilyon m³ seviyesinde saptanmıştır. Dünya toplamı içerisinde Rusya Federasyonu %31'lik pay ile ülkeler arasında birinci sıradaki yerini korurken, bunun etkisi ile toplam FSU ülkeleri de %36,2'lik pay ile bölgeler arasındaki ilk sırasını korumaktadır.Rusya Federasyonu'nun toplam gaz rezervi 47,57 trilyon m³ olup, 23 trilyon m³ ve %14,8 pay ile İran takip etmektedir.Dünya doğal gaz rezervinin kullanılabilme süresi 65 yıl olarak belirlenmiştir. 2001 yılında doğal gaz üretimi 2,5 trilyon m³ olarak gerçekleşmiş olup bir önceki yıl üretimine nazaran %1,7'lik bir artış kaydedilmiştir.2001 yılında doğal gaz üretiminde 555,4 milyar m³ ve 22,5'lik pay ile ABD ilk sırayı alırken 542,4 milyar metreküp üretim ve Dünya toplamı içinde %22 pay ile Rusya Federasyonu bunu izlemiştir.

2.7.3 Taş Kömürü ve Linyit

Dünyanın görünür taşkömürü rezervleri (antrasit ve bitümlüler dahil) ile Linyit rezerv (subbitümler dahil) miktarları 2001 yılında da sırası ile 519 milyar ve 465 milyar ton olarak belirlenmiştir. Bu rezervlerde ilk sıradaki ABD %25,4 ve Rusya Federasyonu (%15,9) ikinci sırada Çin ise (%11,6) izlemektedir. Türkiye'nin toplam rezervi ise bu rezervler içerisinde %0,4 pay almaktadır.

2001 yılında toplam üretim miktarı 2,2 milyar ton petrol eşdeğeri olarak gerçekleşmiştir. 590 Mtep üretim (%26,3) ile kömür üreticisi ülkeler arasında ilk sırayı ABD almakta ve bunu 548,5 Mtep ile Çin (%24), 168,1 Mtep ile Avustralya

(%7,5), 161,1 Mtep ile Hindistan(%7,2) ,126,7 Mtep ile Güney Afrika ve 120,8 Mtep ile Rusya Federasyonu takip etmektedir.

2.7.4 Hidrolik Enerji

Dünya yüzeyine yağışla düşen su miktarı yılda ortalama 800 mm yada yaklaşık 119000 km³ olup, bunun 72000 km³'ü akışa geçerek nehirler vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere ulaşmaktadır. Bu miktarın ancak 9000 km³'ü teknik ve ekonomik olarak kullanılabilir durumdadır.

2003 World Atlas & Industr Gude (Aqua-Media International Ltd.2003) adlı yayının tespitlerine göre, Dünyanın;

- Brüt, teorik hidroelektrik potansiyeli, yaklaşık 40000 TWh/yıl
- Teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyeli, yaklaşık 14000 Twh/yıl
- Ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyeli yaklaşık 8000 TWh/yıl dır

Bu potansiyelin 2003 yılı itibariyle 728.5 GW (ya da 2743 TWh/yıl) kurulu gücü işletmede, 100,7 GW'ı inşa halindedir. Gelecekte yapım için planlanan toplam kapasite ise 337,9 GW'dır.

Dünya genelinde 14000Twh'lik değerlendirilebilecek hidrolik kapasitenin olduğu Avrupa ve Kuzey Amerika'da bu kapasitenin %60 civarındaki bir bölümünün kullanıldığı buna karşın Dünyanın geri kalan kısmında ancak %9-10 potansiyel kullanıldığı belirlenmektedir

2.7.5 Nükleer Enerji

Dünyadaki nükleer güç üretim programları paralelinde nükleer hammadde potansiyeli ve yakıt çevrimleri konusundaki çalışmalar ve araştırmalar sürdürülmektedir. Dünya nükleer santrallerinin kurulu güç kapasitesi, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı raporlarına göre, 2001 yılı Nisan ayı itibariyle 438 reaktör ünitesi ile 351.327 MW'a ulaşmıştır. İnşası devam eden 31 ünitenin kurulu gücü ise 27.756 MW'tır. 2000 yılında toplam nükleer enerji arzı 2562 TWh olarak gerçekleşmiştir.

Dünya nükleer enerji üretiminin %86'sı OECD ülkeleri tarafından gerçekleştirilmiştir. OECD'ye üye ülkeler arasında yer alan Fransa'nın elektrik

üretimindeki nükleer enerjinin payı (2001 yılı Nisan ayı itibariyle) %76, Belçika'nın %57, Japonya'nın %34 ve ABD'nin ise %20 oranındadır.

2.8 Kömürün Elektrik Üretimindeki Kullanım Payı

2000 Yılı itibarıyla kömürün elektrik enerjisi üretimindeki payı ABD'de %56 iken, dünya genelinde %39,1'dir. ABD'nin elektrik enerjisi üretiminde 2010 yılı tahmini kaynak kullanım planlamasında kömürün payı %52 civarında olacaktır. 2001 Yılı itibarıyla, elektrik enerjisi üretiminde kömür kullanımının payı; Polonya'da %96, Avustralya'da %77, Çin'de %78, Yunanistan'da %67, Danimarka'da %47, Almanya'da %53, Hollanda'da %28 ve AB ülkeleri genelinde ise %27 civarındadır.

Tablo 13 – Dünya elektrik enerjisi üretiminde kaynakların payı (2000)
(World Coal Institute)

Kaynaklar	Üretimdeki Payı (%)
Kömür	56,0
Nükleer	20,0
Doğal gaz	12,0
Hidroelektrik	7,0
Petrol	3,0
Diğer (Rüzgar, Jeotermal, Güneş)	2,0
Toplam	100,0

Dünya genelinde enerji üretiminde temini kolay, güvenli ve ekonomik olan kömür %56 lık payla ilk sırada kömürü Nükleer enerji takip etmektedir. Enerji kaynaklarının enerji üretimindeki kullanım miktarlarına göre yüzdeler oranları sırasıyla Tablo 13' te sunulmuştur.

Nükleer enerji, dünya enerji üretiminde yaklaşık %7,6'lık paya sahiptir. Özellikle atık sorununun hala çözülmemiş olması nedeniyle, ABD ve AB ülkelerinde, mevcut teknolojiler ile yeni santraller inşa edilmemekte, ekonomik ömrünü tamamlayanlar da devre dışı bırakılmaktadır. Bugün dünyada işletme halinde toplam 437 tane reaktör var olup yaklaşık toplam güçleri 352.000 MW'dır. Ayrıca toplam kurulu gücü 27.000

MW olan 36 adet nükleer reaktör de inşa halindedir. Avrupa'da birçok ülke elektrik üretiminin önemli bir payını nükleer santrallerden sağlamaktadır.

2.9 Fosil Katı Yakıt Rezervleri

Dünya'da fosil enerji kaynaklarına bakıldığında, rezervler açısından bir sorun yoktur. Petrolde 40 yıl, doğal gazda 65 yıl, kömür ise 220 yıl yetecek düzeydedir. Mevcut rezervler açısından asıl sorun, bu kaynakların, dünya yüzeyindeki eşitsiz dağılımından kaynaklanmaktadır. Bu husus, özellikle petrol ve doğal gaz kaynakları açısından böyledir. Kömürde ise, diğer iki fosil kaynağa göre çok daha homojen bir dağılım söz konusudur.

Tablo 14 – Dünya fosil yakıt rezervleri (BP Amaco Statistical Review of World Energy)

	Petrol (Milyar Ton)	Doğal gaz (Trilyon m ³)	Kömür (Milyar Ton)	
			Taş Kömürü	Linyit
Kuzey Amerika	11.5	8.4	116.7	139.8
Orta ve Güney Amerika	13.0	6.2	7.8	13.7
Avrupa	2.7	5.2	41.7	80.4
Eski SSCB Ülkeleri	9.1	56.7	97.5	132.7
Ortadoğu	91.2	49.5	0.2	-
Afrika	10.1	10.2	61.2	0.2
Asya ve Okyanusya	5.8	10.2	184.4	107.9
TOPLAM DÜNYA	143.4	146.4	509.5	474.7

2.10 Elektrik Üretimi

Japonya elektrik üretiminin % 35,2'sini mevcut 54 nükleer reaktöründen, ABD ise %20,1'ini mevcut 107 nükleer reaktöründen gerçekleştirmektedir. ABD'de 1997 ve Almanya'da 1981'den itibaren yeni nükleer enerji santral yapımı için sipariş verilmemiştir. İngiltere ve Fransa'da bu tür yatırımlarını askıya almıştır. Japonya'da

geçen yıldan itibaren bu görüşe katılmıştır. Ancak nükleer enerji kullanan hiçbir ülke çalışır durumdaki mevcut reaktörlerini kapatmamıştır. Sadece 32 yıllık kullanım sürecini dolduracak olan santrallerini kapatma kapsamına almışlardır. Tüm ülkeler mevcut nükleer santrallerini kullanmaya devam etmektedirler (Aybars, 1990).

Tablo 15 - Avrupa'da bulunan bazı ülkelerde nükleer santrallerin kullanımı

ÜLKELER	Reaktör Sayısı	Elektrik Üretim Payı, %
Fransa	59	78,2
Belçika	7	60,1
İsveç	12	46,2
İsviçre	5	40,6
Almanya	20	31,8
İspanya	9	29,3
İngiltere	35	27,5

Hidrolik kaynaklar, temiz ve yenilenebilir kaynaklar olarak, dünya ülkelerinin enerji üretimlerinde çok önemli paya sahiptirler. Dünya genel enerji üretiminde %2,6 payı olan bu kaynağın, gelecekteki payının artmayacağı tahmin edilmektedir. Güneş ve rüzgar başta olmak üzere diğer yenilenebilir kaynaklara da, gerek temiz yakıtlar olmaları ve gerekse yenilenebilir kaynaklar olmaları nedeniyle, geleceğin enerji kaynakları olarak bakılmaktadır. Bu kaynaklar henüz diğer konvansiyonel kaynaklarla ekonomik olarak rekabet edecek teknolojilere kavuşmuşlarsa da, başta AB olmak üzere, hem temiz enerjinin teşvik edilmesi, hem de kaynak çeşitliliği politikaları doğrultusunda, enerji politikalarında ağırlığı giderek artan kaynaklar olarak öne çıkmaktadırlar.

Danimarka 2.374 MW, Hindistan 1340 MW, İtalya 506 MW, Hollanda 478 MW ve İngiltere 415 MW kurulu güce sahiptirler (Çağlar ve Canbaz, 2002). Dünya'da son dönemlerde üzerinde çalışılan enerji kaynaklarından birisi de hidrojenidir. Hidrojen, fosil kökenli yakıtlardan direkt olarak üretilebildiği gibi, birincil yenilenebilir enerji

kaynaklarının kullanılması ile sudan veya karbon içeren katı atıklardan da kolayca üretilmektedir. Halen kullanılmakta olan fueloil, benzin, jet yakıtı, metanol ve etanol gibi yakıtlar arasında hidrojen, en yüksek birim kütle enerjisine ve tahrik etme kabiliyetine sahiptir. Bu nedenle, hidrojenin kullanım alanları dikkate alındığında, sentetik gaz, sentetik doğal gaz, benzin ve doğal gaz gibi yakıtlara kıyasla maksimum kullanma verimi ile en önemli alternatif enerji kaynaklarından biri olabileceği söylenmektedir. Ancak, şimdilik yakıt pillerinin yaygın bir şekilde kullanımındaki en önemli sorun yüksek yatırım maliyetleri, seri üretim imkanları ve kısa işletim zamanı olarak gözükmektedir.

Tablo 16- 2001 yılı dünya fosil enerji kaynakları üretim miktarları

ÜLKELER	KÖMÜR	PETROL	DOĞALGAZ
	Üretim (milyon ton Tep)	Üretim (milyon ton)	Üretim (milyon m ³)
Kuzey Amerika	634	657,4	762,1
Güney Amerika Orta Amerika	36,2	354	100,1
Avrupa	230,4	323,7	292,5
Eski Sovyetler Birliği	206	424,2	677,3
Afrika	131	370,7	228
Ortadoğu	0,5	1075,6	124
Asya-Pasifik	1010,2	378,4	280
TOPLAM	2248,3	3584	1464

Dünya genelinde üzerinde çalışılan diğer bir enerji kaynağı biyomastır. Biyo-yakacak teknolojileri biyokütlerdeki enerjiyi ulaşım, ısınma ve elektrik üretiminde etkin olarak kullanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyoenerji konusunda Almanya ve Avustralya oldukça ileri bir durumdadır. Dünya genelinde

biyoenerjinin elektrik üretimine katkısı binde mertebesinde olup, çok küçüktür.

2.11 Tüketim

Dünya enerji tüketimi; nüfus artışına, sanayileşme ve teknolojik gelişmelere paralel olarak, baş döndürücü bir hızla artmakta ve 21. Yüzyıla girerken adeta enerji soğuran bir toplum ortaya çıkmaktadır. 1998 yılı Dünya toplam elektrik enerjisi gereksinimi 15 trilyon KWh düzeyindedir. Ünelere göre kişi başına enerji tüketimi ise Tablo 17’te yer almaktadır. 2001 yılında dünyadaki fosil yakıt üretiminin ağırlıklı bölümü ABD, Rusya, Çin, Suudi Arabistan, Kanada gibi az sayıda ülke tarafından gerçekleştirilirken, enerji tüketimi seviyeleri ülkenin büyüklüğü ve sanayileşme seviyesine göre değişmektedir. Amerika, Çin, Rusya, Japonya ve Almanya en büyük enerji tüketicisi konumundaki 5 ülkedir. Kuzey Amerika, Avrupa, Asya ve Pasifik bölgelerinin üretimlerinin üzerinde enerji tükettikleri görülmektedir.

Tablo 17 - Kişi Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi (Enerji Raporu, 1998)

KANADA	17.000 KWh
ABD	13.000 KWh
AB	6.100 KWh
YUNANİSTAN	4.000 KWh
TÜRKİYE	1.600 KWh
PAKİSTAN	350 KWh

Tablo 18- 2001 yılı dünya enerji tüketim miktarları

ÜLKELER	TEP – Petrol Eşdeğeri Olarak Tüketim (Milyon Ton)					
	PETROL	D.GAZ	KÖMÜR	NÜKLEER	HİDROLİK	TOP.
Kuzey Amerika	1066,3	650,4	590,4	202,6	129,7	2639,9
Güney Amerika-Orta Amerika	218,4	87,2	22,4	4,8	118,9	451,7
Avrupa	760,2	423	344,1	225	142,4	1894,7
Eski Sovyetler Birliği	169,6	493,6	180,4	51,2	54,9	949,7
Afrika	117	54,1	88,6	2,6	18,3	280,6
Ortadoğu	206,4	181,3	8,0	-	1,5	397,2
Asya-Pasifik	972,7	274,7	1020,7	115	128,8	2511,9
TOPLAM	3510,6	2164,3	2255,1	601,2	594,5	9125,7

2.12 Dünya'daki Yaklaşım ve Gelişmelerin Değerlendirilmesi

Bugün yaklaşık dünya enerji ihtiyacının %62'sini teşkil eden petrol ve doğalgaz yataklarının bir kısmı denizlerde bulunmaktadır. Gelecek de hidrokarbon kökenli enerji ihtiyacının karşılanması gündemde olup, petrol ve doğal gaz arama ve üretim çalışmalarına ilgi giderek artmaktadır. Özellikle yatırımların denizlere yoğunlaşması beklenmektedir. Karalardaki petrol ve doğal gaz üretiminin azalmaya başlaması ile dünya denizlerinde arama ve üretim faaliyetlerine verilen önem gittikçe artmaktadır. Dünya ham petrol üretimi 2003 yılı için yaklaşık 3697 milyon ton, tüketimi ise 3636 milyon ton kadardır. Doğal gaz üretimi 2357 milyon Tep ve tüketimi 2332 milyon Tep olmuştur.

Geçen 10 yılda denizlerden 8 milyon varil petrol eşdeğeri/gün hidrokarbon üretim artışı sağlanmıştır. Geçmişte derin deniz arama alanlarından hidrokarbon üretiminin hayal olduğu düşünülürken, bugün ilerleyen teknoloji ile yeni dev sahaların bulunması artık gerçekleşmektedir. Böylece OPEC dışı hidrokarbon üretimin artacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM ÜÇ

TÜRKİYE'DEKİ ENERJİNİN DURUMU

3.1 Türkiye'de Enerji Sektörü

Ülkemiz, ihtiyacı olan enerjinin % 70'ini ithal etmektedir. Bu da enerji konusunda ülkemizin dışa bağımlı olduğunun çok açık bir göstergesidir . Şu anda Türkiye' de kurulu durumdaki enerji santralleri yıllık 20 GW civarında elektrik enerjisi üretmektedirler. Santrallerin büyük bir kısmı kömür ve su enerjisi ile çalışmaktadır. DPT tarafından yapılan çalışmalara göre 2010 yılına kadar ülkemizdeki hızlı sanayileşme nedeni ile yıllık enerji ihtiyacımız 60 GW civarında olacaktır. Sadece bu rakamlar bile ülkemizde enerji kapasitesinin alternatif olarak geliştirilmesini ve enerjinin tasarruflu kullanılmasının önemini açıkça ortaya koymaktadır. Kalkınma süreci içerisinde olan ülkemizde ise enerji tüketim seviyeleri, gerek fert başına birincil enerji, gerekse fert başına elektrik enerjisi bazında gelişmiş ülkelerin çok gerisindedir. Bu husus dikkate alınarak, ülkemizde uygulanan politikalar çerçevesinde temel ilkeler belirlenmelidir. Türkiye'nin toplam ve fert başına enerji tüketimi, kalkınmaya ve refah artışına paralel olarak arttırılmalıdır. Buna ek olarak, enerji taleplerinin karşılanmasında, yerli/ithal kaynak oranı, enerji güvenliği, dünya enerji piyasalarındaki arz gelişmeleri ve ekonomi göz önüne alınarak optimize edilmelidir.

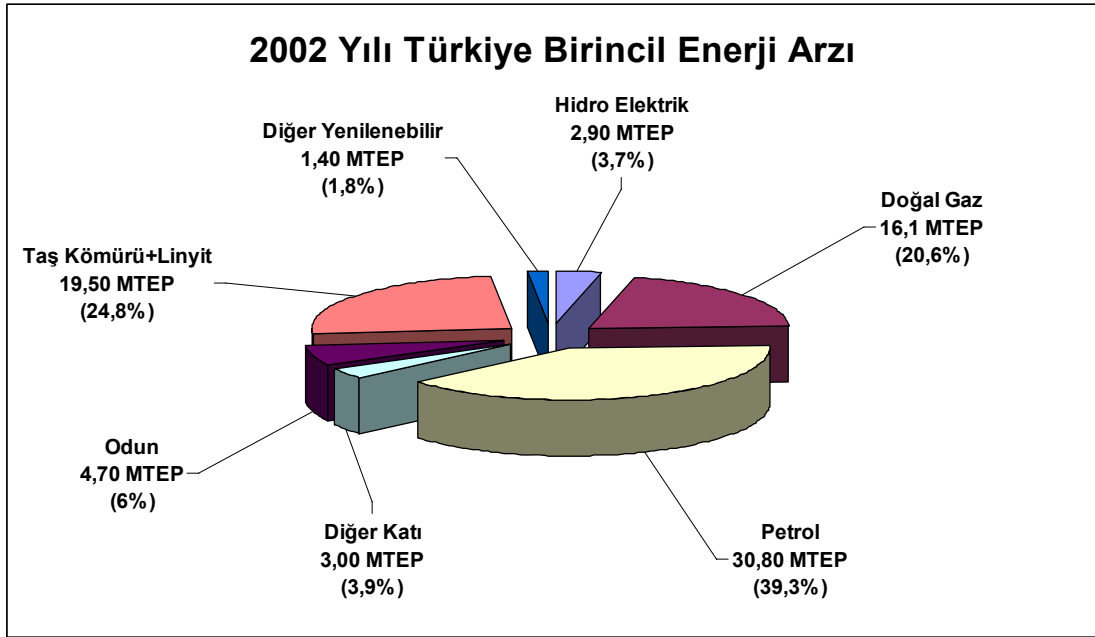
2003 yılı Türkiye birincil enerji arzı 84,0 Mtep olup, bunun ancak 23,8 MTEP (%31,4) kadarı yerli üretim ile karşılanmıştır. Türkiye birincil enerji arzında en büyük pay, önceki yıllarda olduğu gibi, %37 ile 2003 yılında da petrole aittir. Petrolden sonra en çok tüketilen birincil enerji kaynağı %25 payla kömürdür (linyit+taşkömürü). Üçüncü sırada ise %23 ile doğal gaz gelmektedir. Hidroelektriğin payı ise %3,6'dır.

Aynı yıl, toplam enerji arzı içinde %37 paya sahip olan petrolün yerli üretim içindeki payı %7,3, toplam enerji arzı içindeki payı %23 olan doğal gazın yerli üretim içindeki payı ise sadece %2,7'dir. Kömürün ise, yaklaşık yarısına yakın kısmı dışarıdan karşılanmıştır.

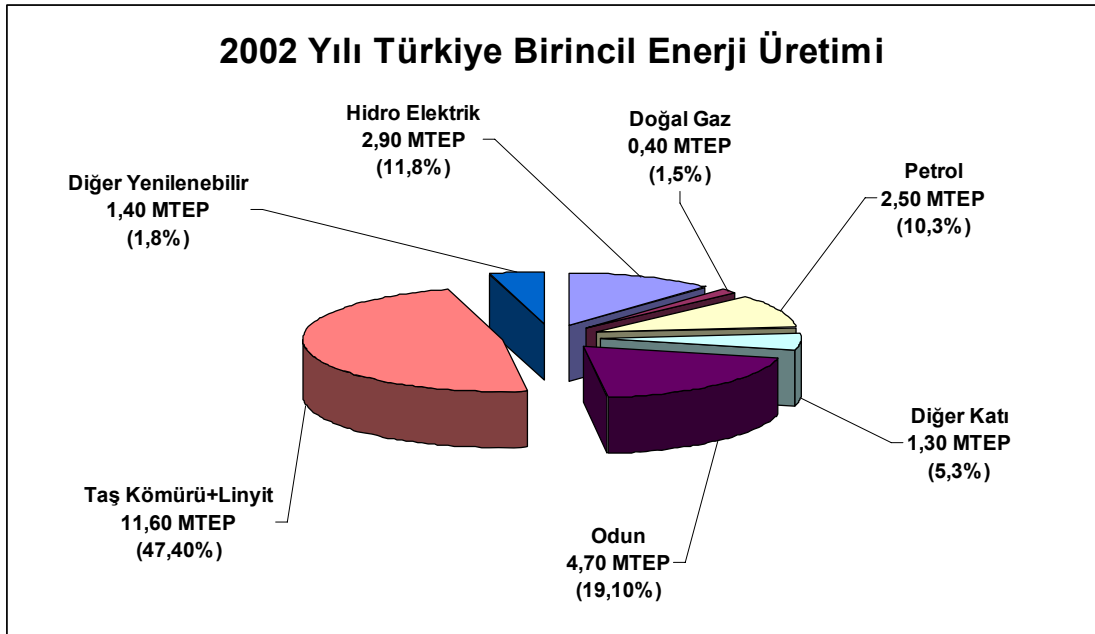
Ülkemiz, dünyanın en zengin enerji kaynaklarına sahip ülkelerle çevrili olduğu halde, petrol ve doğal gazımız yok denecek kadar az olduğu ifade edilmektedir. (İhtiyacımızın % 5'i). Sahip olduğumuz primer enerji kaynaklarımızın % 50'sini çok

düşük ısı değere sahip kalorili ve yüksek küllü linyitler oluşturmaktadır. 30.000 MW'lık ekonomik hidrolik enerji kapasitemiz bulunmaktadır. Bunun yaklaşık 12.000 MW'ı işletmede olan santrallerle üretime sunulmaktadır. 10.000 MW'ı da 2010 yılına kadar kurulması planlanan ve halen yapılmakta olan santraller tarafından üretime dönüştürülmüş olacaktır. Kalan 8000 MW'ın da 2020 yılına kadar kullanılması planlanmıştır. Güneş enerjisi, Türkiye'de henüz elektrik üretim amaçlı kullanıma başlanmış bir enerji kaynağı değildir. Çünkü, bugün için, elektrik üretim maksatlı olan güneş enerji sistemlerinin kuruluş masrafları yüksektir. (2500 \$/kW) Güneş enerjisinin ısı üretim maksatlı kullanımı, Güney ve Batı Anadolu Bölgelerinde yaygınlaşmaya başlamıştır. Rüzgar enerjisi henüz emekleme aşamasında olmasına rağmen ümit vermektedir. İyi değerlendirilebilirse Türkiye'nin 5000 MW'lık rüzgar enerjisi potansiyeli olduğu ifade edilmektedir. (2020 yılı için tahmin edilen kurulu güç toplamının % 5'i) Türkiye'deki 27.274 MW'lık kurulu gücün 15.774 MW'ını fosil yakıtlı termik santraller (bunlara doğal gaz santralleri de dahil) 11.500 MW'ını ise hidrolik santraller oluşturmaktadır. Fosil yakıtlı santrallerin 7000 MW'ını doğal gaz yakan kombine çevrim santralleri ve Kojenerasyon Tesisleri oluşturmaktadır. Bu kojenerasyon tesislerinin çalışma şekli şöyledir; Buhar tribününe giren yüksek enerjili buhar tribün kanatlarını döndürerek enerjisini kaybeder ve önceden tasarladığı şekilde türbinin belli bir kademesinden şartları prosese uygun hale gelir. Buharın türbin kanatlarına uyguladığı kuvvetin dolayısıyla bu motorun bağlı olduğu jeneratör motorunu çevirmesi sonucu elektrik üretilmesi olayı olarak meydana çıkan bir üretim şeklidir. 70 milyon nüfuslu Türkiye'de kişi başına düşen elektrik tüketimi 2000 yılında 1840 kwh olmuştur. Bu rakam AB ülkeleri ortalaması olarak 7000 kwh, Rusya'ya 6000 kwh, İspanya'da 4000 kwh ve komşumuz Yunanistan'da 3800 kwh'tır. Dünya elektrik tüketimi ortalaması ise 2376 kwh'tır. Gelişmişlik ve kalkınmışlığın en önemli göstergesi olan elektrik tüketimimiz dünya ortalamasının bile altındadır. Öte yandan 2000 yılında 15,4 milyar m³ doğal gaz tüketmiş bulunmaktayız.

2000 yılı linyit ve taşkömürü üretimi 14.6 Btep olup toplam üretimin % 53 'ünü oluşturmaktadır. Üretim büyüklüğü sıralamasında linyitten sonra gelen kaynaklar, üretimdeki payları ile birlikte; ikinci sırada %12,9 luk payıyla petrol ve doğalgaz gelmektedir. odun % 19,9, petrol % 13,1 ve hidrolik enerji % 12,4 biçiminde yer almaktadır.



Şekil 10- 2002 yılı Türkiye birincil enerji arzı



Şekil 11- 2002 yılı Türkiye birincil enerji üretimi

Birincil enerji kaynakları, bunlar arz ve üretim miktarlarına göre Şekil 10-11' de sunulmuştur. Şekiller den de görüleceği üzere petrol, doğal gaz ve kömür fosil katı yakıtlar olarak başlıca arz edilen enerji kaynaklarıdır. Türkiye birincil enerji üretim

şemasına baktığımızda da taş kömürü ve linyit in önemli miktarlarda üretildiğini görmekteyiz. Sunulan grafiklerde diğer enerji kaynaklarında yüzdesel oranları belirtilmiştir.

1970-1997 arasında yerli üretim kaynaklarına, 1976 yılından başlayarak doğal gaz, 1984 yılından başlayarak jeotermal enerji ve 1986 yılından başlayarak güneş enerjisi eklenmiştir. Eklenen bu üç kaynaktan 1997 yılında yapılan yerli üretim toplam birincil enerji üretiminin %1,8'i kadardır. Sonuç olarak gözlemlenen verilere göre yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi üretimi artma eğilimindedir. Enerji Bakanlığı tarafından yapılan uzun dönem elektrik enerjisi üretim planlama çalışmaları, gelecekteki talebin karşılanması için mevcut ve inşa halinde olan tesislere ilave olarak, 2020 ye kadar yaklaşık 54.080 MW'lık yeni santral yatırımı yapılması gerektiğini ortaya koydu. Planlama çalışmalarında, toplam 4.500 MW'lık nükleer santrallerin 2012 yılından itibaren devreye alınması ile yerli kaynakların öncelikle değerlendirilmesi öngörülmüyor.

Genel enerji talebi içerisinde elektrik enerjisinin payı, iletim ve kullanım kolaylığı nedeniyle sürekli olarak artıyor. Enerji talebinin 151,3 milyar kwh'ı üretim, 0,4 milyar kwh ı ithalat ile karşılanırken, 1,1 milyar kwh'lık da ihracat gerçekleşecek.

1970-1997 yılları arasında birincil enerji tüketimi 3,8 kat artış göstermiş ve 18.849 Tep'den 71.367 Tep'e yükselmiştir. 1997 yılında tüketimde yıllık artış hızı %2,8 olmuştur. Ancak, 1990-1997 dönemindeki yıllık artış hızının en yüksek değeri %9,8 ile 1996 yılında görülmüştür. 1994 yılındaki %-2,2'lik azalmadan sonra, 1995 yılında %7,7'lik artışla yeni bir trend başlamıştı. Son yılların artış hızı, gelişmiş ülkelerin %1-2'yi geçmeyen artış hızlarına göre büyük olmakla birlikte, dünya ortalamasının altında enerji tüketen ve sanayileşerek kalkınmayı amaç edinen Türkiye için zorunlu olduğu bir gerçektir. Aşağıda Tablo 19 -20'de Türkiye birincil enerji tüketimi tüketilebilir enerji kaynakları bazında yüzdesel ve petrolle karşılaştırılarak sunulmuştur.

Tablo 19 - Türkiye birincil enerji tüketimi (BTEP)

YILLAR	PETROL	DOĞAL GAZ	LİNYİT	TAŞ KÖMÜRÜ	DİĞER	TOPLAM
1990	3.903	193	9.524	2.080	9.423	25.123
1991	4.674	185	9.117	1.827	9.335	25.138
1992	4.495	180	10.299	1.727	9.707	26.408
1993	4.087	182	9.790	1.722	10.240	26.021
1994	3.871	182	10.471	1.636	9.899	26.059
1995	3.692	166	10.735	1.319	10.343	26.255
1996	3.675	187	10.876	1.382	10.767	26.887
1997	3.630	230	10.759	1.347	10.721	27.687
1998	3.385	514	12.792	1.143	11.030	28.864
1999	3.087	665	12.242	1.030	10.035	27.059
2000	2.925	631	12.830	1.769	9.483	27.593

İyimser tahminlere dayanılarak, 2020 senesinde birincil enerji kaynaklarımıza dayanan toplam enerji üretiminin 70.238. 000 Tep, enerji tüketiminin ise 298.448.000 Tep olacağı değerlendirilmektedir. Bu durumda 2020 yılında ülkemiz, üreteceği birincil enerji kaynaklarından % 325 mislini ithal etmek mecburiyetinde kalacak; yani bir başka deyişle, üretimimizin tüketimimize oranı % 40'tan % 23,5'e kadar düşecektir.

Tablo 20 - Türkiye birincil enerji tüketimi (%)

YILLAR	PETROL	DOĞAL GAZ	LİNYİT	TAŞ KÖMÜRÜ	DİĞER	TOPLAM
1990	16	1	38	8	38	100
1991	19	1	36	7	37	100
1992	19	1	39	7	37	100
1993	16	1	38	7	39	100
1994	15	1	40	6	38	100
1995	14	1	41	5	39	100
1996	14	1	40	5	40	100
1997	13	1	42	5	39	100
1998	12	2	44	4	38	100
1999	11	2	45	4	37	100
2000	11	2	46	6	34	100

3.2 Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Karşılaştırması

3.2.1 Kömür

Türkiye’nin toplam taşkömürü potansiyeli 1.3 milyar ton düzeyindedir. Ancak günümüzde saptanabilen işletilebilir özellikteki taşkömürü rezervi 1 milyar tonun altında bulunmaktadır. Diğer taraftan koklaşabilir özellikteki taşkömürü rezervleri sadece Zonguldak ve yakın çevresinde yer almaktadır. Bu nedenle sanayinin gereksinimini karşılayacak nitelikteki taşkömürü rezervleri oldukça sınırlı boyutlarda bulunmaktadır.

Türkiye’nin toplam linyit potansiyeli, MTA’nın son kayıtlarına göre 8.3 milyar tona ulaşmaktadır. Ancak bunun 3.2 milyar tonluk bölümü, düşük kalorili Elbistan kömürlerinden oluşmaktadır. Şimdiye kadar saptanan bu değerlere göre ülkemizin linyit potansiyeli, (14.8 trilyon ton olan) dünya linyit rezervinin % 0.06’sını oluşturmaktadır. Aşağıdaki Tablo 21’de kişi başına düşen kömür miktarlarının ülkelere göre karşılaştırılması verilmiştir. Buna göre, Türkiye’nin kömür yönünden zengin bir ülke olduğunu söylemek mümkün değildir.

Tablo 21 - Kişi başına düşen kömür miktarının karşılaştırılması (Kg)

	ABD	SSCB	Almanya	Belçika	Yunanistan	Bulgaristan	Türkiye
T.Kömür	5150	15800	3783	-----	-----	200	28
Linyit	9250	8507	1000	1000	475	800	160
Toplam	14402	24307	4783	1000	475	1000	188

3.2.2 Petrol ve Doğal Gaz

Türkiye’nin günümüze dek saptanabilen petrol rezervi 50 milyon ton dolayındadır. Yıllık petrol üretiminin 2.5-3 milyon ton olduğu düşünülürse yeni yataklar bulunmadığı takdirde, bu rezervin 20 yıl içinde tükenmesi beklenmektedir. Türkiye’de petrol aramalarına dönük olarak yılda 30-35 petrol sondajının yapıldığı göz önüne alınırsa, ülke yüzölçümüne düşen sondaj sayısının çok düşük düzeyde

kaldığı görülür; Örneğin Türkiye'nin dörtte biri kadar yüzölçümüne sahip İtalya'da yılda 55-60 sondaj yapılmaktadır. Diğer taraftan Amerika'nın Texas eyaletinde bu rakam yılda 20.000 sondajdır. Bu nedenle Türkiye'nin petrol yönünden tam olarak araştırılmış olduğunu söylemek güçtür.

3.2.3 Rüzgar Enerjisi

Türkiye'de rüzgardan elektrik üretimi uygulaması 1998 yılında başlamıştır. Çeşme yarımadasında gerçekleştirilmiş olan rüzgar türbinlerinde (9 MW) yılda 2,5-3 milyon KWh elektrik üretilmektedir.

Türkiye'de rüzgar türbini uygulayabileceği geniş alanlara sahiptir. Elektrik üretimine elverişli rüzgarlara sahip olan yörelerimiz başta Bozcaada olmak üzere; Bandırma, Antalya, Sinop, Çanakkale ve Çorlu'dur. Rüzgar potansiyelinin yüksek olduğu bu yörelerimizde geniş hazine arazileri bulunması dolayısıyla, bu yörelerde yapılacak rüzgar santrallerini ekonomik hale getirecektir. Bu yörelerde mevcut rüzgarlardan üretilebilecek doğal elektrik potansiyelinin 550 milyar KWh olabileceği tahmin edilmektedir. Ancak hesap edilen ekonomik üretim elektrik potansiyelinin bilinen veriler çerçevesinde 50 milyar KWh civarında olabileceği kabul edilmektedir.

3.2.4 Jeotermal Enerji

1962 yılından beri Türkiye'de MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan aramalarda sıcaklığı 40 derece üzerinde jeotermal akışkan içeren 140 adet saha saptanmıştır. Ancak bu sahalardan 7 tanesi yüksek sıcaklıklı sahalardan olup, elektrik üretimine elverişlidir. Bu sahalardan ve içerdikleri akışkanların sıcaklıkları Tablo 22'de verilmiştir (MTA Raporu, 2002).

Tablo 22 – Türkiye'de elektrik üretimine uygun jeotermal sahaları (MTA, 2002)

SAHALAR	SICAKLIK (DERECE CELSIUS)
Aydın - Germencik	200-232
Denizli - Kızıldere	200-212
Çanakkale - Tuzla	173
Aydın - Salavatlı	171

Kütahya - Simav	162
Manisa - Salihli	155
İzmir - Seferihisar	153

Günümüzde halen ve Türkiye’de tek örneği olan 20 MW kurulu güce sahip Denizli-Kızıldere santrali net 15 MW kapasitelidir. Yüksek sıcaklıklı olarak saptanan 7 sahanın tahmin edilen doğal elektrik üretim potansiyel değeri 5 milyar KWh’dir. Ancak hesap edilen ekonomik üretim potansiyel değerinin bilinen veriler çerçevesinde yıllık olarak 2 milyar KWh civarında olabileceği kabul edilmektedir. Türkiye’de mevcut jeotermal potansiyelin daha ziyade konut ısınmasında, seracılıkta ve termal turizmde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

3.2.5 Nükleer Enerji

Tüm dünya’da olduğu gibi Türkiye’de son yıllarda Rusya’da ve Japonya’ da oluşan iki nükleer kazanın yanı sıra, nükleer atık sorununun çözümlenemeyişi ve ömrünü tamamlamış santrallerin söküm işleminin hala ciddiyetini korumakta olması nedeniyle nükleer enerji ile ilgili yoğun bir tartışma başlatılmıştır. Türkiye’de sürdürülen tartışmalar sonucunda Akkuyu yöresinde kurulmak istenen 1000 MW’lık nükleer santralin yapımı gündemdedir.

Türkiye üzerinde önemle durulması gereken toryum rezervlerine sahiptir. Toryumda uranyum gibi nükleer santrallerde güç kaynağı olarak kullanılabilir. Ancak toryum tabanlı yakıt çevriminde bazı sorunlar vardır.

3.2.6 Hidroelektrik Santraller

Bugün itibariyle Türkiye’de yaklaşık 100 adet hidroelektrik santrali mevcut olup, yıllık üretim kapasiteleri toplam 37 milyar KWh’dir. Özel sektörün bu hidrolik potansiyele ilgisi oldukça fazladır. Özel sektöre yapımı planlanan hidroelektrik santral projelerinin önümüzdeki yıllarda devreye girmesi ve gereken yağışların mevsim normallerinde seyretmesi halinde, Türkiye’de hidrolik potansiyelde elektrik enerjisi üretiminde oldukça önemli bir kaynak olmaya devam edecektir. Yağışların mevsim normal değerlerinin altında olması halinde hidrolik potansiyelin elektrik girdisi de düşecektir. Türkiye’de yapılan hesaplara göre; yıllık hidrolik enerji

potansiyeli doğal olarak 430 milyar Kwh olarak hesaplanmasına rağmen, ekonomik potansiyel değerinin toplam olarak yaklaşık 160 milyar KWh tahmin edilmektedir. 2001 yılı itibarıyla bu potansiyelin ancak %30'u kullanılmıştır.

3.2.7 Güneş Enerjisi

Türkiye'nin konumu itibarıyla güneş enerjisi doğal potansiyeli çok büyük değerlerin üstündedir. Yapılan teknik hesaplar, güneş enerjisi teknik potansiyelinin 6000 milyar KWh olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak bu teknik potansiyel değerinin %5'i olan 305 milyar KWh değeri ekonomik elektrik üretim potansiyeli olarak ifade edilebilmektedir. Güneş enerjisinden elektrik üretilmesinin maliyeti çok yüksek olup ekonomik olmamaktadır. Genelde bina çatılarına yerleştirilen güneş pilleri veya güneş kolektörleri vasıtasıyla elektrik elde edilebilmektedir. Güneş pillerinin veya kolektörlerinin kapasiteleri çok küçüktür. Ülkemizin %6,3'ünde güneş enerjisinden en az 10 ay süreyle, %17'sinde ise bir yıl boyunca yararlanma imkanı bulunmaktadır. Halen özellikle güney gölgelerimizde su ısıtmasını amaçlayan güneş kolektörleri gün geçtikçe yoğunlaşmaktadır. Bugün için Türkiye'de bulunan toplam kolektör alanı yaklaşık 1.500.000 m² civarındadır. Güneş enerjisinden elektrik üretimi henüz gelişme safhasındadır. Ancak, toplam enerji tüketimi göz önünde alındığında güneş enerjisinin toplam tüketimize katkısının son derece küçük olduğu görülür.

3.2.8 Biyokütle Enerji ve Diğerleri

Yakın bir geçmişe kadar az gelişmiş ülkelerin enerji tüketiminde büyük paya sahip olan ve genellikle direk yakma sonucu elde edilen biyokütle enerjisi, günümüzde gelişmiş ülkelerin modern teknoloji kullanılarak elde ettikleri ve enerji tüketimindeki kullanım payını arttırmaya çalıştıkları alternatif bir enerji kaynağıdır.

Biyokütle enerjisi alternatif enerji kaynakları içerisinde büyük bir potansiyele sahip olup, rüzgar ve güneş gibi kesikli değil, sürekli enerji sağlayabilen kaynaktır. Biyokütle enerjinin kolay depolanabilir olması diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre avantaj sağlar.

Ana bileşenleri karbo-hidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler "Biyokütle Enerji Kaynağı", bu kaynaklardan üretilen enerji ise "Biyokütle Enerjisi" olarak tanımlanmaktadır. Biyokütle kısa sürede (aylar ve yıllar

mertebesinde) kendini yenileyebilen ve güneş enerjisinin depolandığı, ülkelerin enerji ihtiyacının ulusal kaynaklardan karşılandığı, büyük üretim potansiyeline sahip, sürekli üretimin mümkün olduğu yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Biyomas kaynakları arasında yer alan odun, hayvan ve bitki artıkları, ülkemizde uzun yıllardan beri özellikle ısıtma, yemek pişirme alanlarında etkin bir şekilde tüketilmektedir. Ülkemiz ormanlarında yaklaşık 7 milyon ton resmi ile birlikte kaçak kesimler ve artık odun, kalas vs. gibi maddelerin de tüketilmesi sonucu, 18,4 milyon ton odun tüketildiği tahmin edilmektedir. Odunun yanı sıra, özellikle hayvancılığın geliştiği yörelerde hayvan gübresi tezek yapılmak suretiyle yakacak ihtiyacını gidermek için kullanılmaktadır. Hayvan sayısına bağlı olarak her yıl 9 milyon ton tezeğin tüketildiği tahmin edilmektedir.

3.2.9 Enerji Kaynaklarının Kullanımında Beklenen Gelişmeler

Yukarıda sunulan sayısal veriler, yenilenemeyen enerji kaynaklarının içinde bulunduğumuz yüzyılın sonuna dek günümüzdeki önemlerini korumaya devam edeceklerini göstermektedir. Diğer taraftan petrol, kömür ve doğal gaz gibi alışılmış enerji kaynaklarının büyük bölümüne az sayıdaki belli başlı ülkeler sahip olmaktadır. Bu nedenle, bu tür kaynaklara sınırlı boyutlarda sahip olan ülkeler, bu kaynakların tüketimlerini uzun vadeli planlamalara dayandırmak zorundadırlar.

Şimdiye dek elde edilen verilere göre, yenilenemeyen enerji kaynakları yönünden Türkiye'nin zengin bir ülke olduğunu düşünmek oldukça güçtür. Ancak yenilenebilir enerji kaynakları (hidrolik, jeotermal ve güneş) yönünden, Avrupa'nın en zengin ülkesi durumundadır. Buna karşın Avrupa'nın en düşük kömür rezervine sahip ülkelerinden biri olan Türkiye'nin, günümüzde özellikle linyite dayalı elektrik enerjisi üretimine ağırlık vermesi çelişkili bir durum ortaya koymaktadır. Bu nedenle yakın gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının hızla devreye sokulması ve özellikle elektrik üretiminde bu yöndeki yatırımlara öncelik verilmesi, Türkiye'nin koşullarına en uygun gelen uygulama biçimi olacaktır.

BÖLÜM DÖRT

TÜRKİYE' DE KÖMÜRE YAKLAŞIM

4.1 Türkiye'de Kömürün Durumu

Türkiye'nin 8,3 milyar ton kömür rezervi bulunmakta, enerjide dışa bağımlılık (özellikle doğal gaz) sürmektedir. Kömür kaynaklarına yatırım yapılmamasından dolayı iş sahaları yok olmakta, milyarlarca dolar yurtdışına akmaktadır. Çevreyi kirlettiği gerekçesiyle kömüre karşı bir ön yargı oluşmuştur. Kaynakların arz güvenliği göz önüne alınmamakta, 70 ve 80'li yıllardaki petrol krizi nedeniyle yaşanan darboğazdan kömür santralleri sayesinde kurtulduğumuz unutulmaktadır.

Türkiye'deki kömürlü santrallere karşı öne sürülen gerekçeler ise şöyledir:

- * Yeterli kömür rezervi yok
- * Kömürlerimizin kalitesi düşük
- * Kömür çevre kirliliği yaratıyor
- * Kömür santralleri pahalı

4.1.1 Rezerv Kaynakları

Türkiye'de ısı ve elektrik üretiminde kullanılacak bilinen rezerv 8,3 milyar ton kömür bulunmaktadır ve bu kaynakların kalorifik karşılığı 2.000 milyar m³ doğal gazdır.

Kömür rezervlerimiz petrol ve hidrolik kaynaklar hariç, yıllık enerji tüketimimizi

- 2005'de 187 yıl
- 2010'da 173 yıl
- 2015'de 152 yıl
- 2020'de 132 yıl daha karşılayabilir.

Ülkemiz linyit rezervinin 2,5 milyar tonu Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ), 3,8 milyar tonu Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) idaresindedir. TKİ bugüne kadar kurulan tüm santralleri besleyecek linyit üretim projelerini gerçekleştirmiştir. (Toplam proje kapasitesi 62,65 milyon ton/yıl) ve Türkiye'de özel sektör sahaları dahil olmak üzere

toplam 9650 MW'lık kurulu gücü besleyebilecek linyit yatakları mevcuttur. Sadece Elbistan sahasındaki rezerv en az 6000 MW gücü besleyebilecek olup son derece ekonomiktir.

4.1.2 Maliyetler

2000 yılında TEAŞ ve bağlı ortaklarının, kullandığı enerji kaynaklarına göre Termik Santral net üretim maliyetleri şöyledir:

Tablo 23 – TEAŞ'a (EÜAŞ) bağlı santrallerin net üretim maliyetleri

Yakıt Cinsi	Net Üretim GWh	Birim Maliyet Cent/KWh
Taş kömürü	2025,9	4,550
Linyit	17119,6	3,426
Fuel Oil	4004,8	4,219
Motorin	860,0	17,189
Doğalgaz	17395,9	4,327

2000 yılında TEAŞ'ın piyasadan aldığı enerji miktarları ve birim ödemeleri ise Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24 – TEAŞ'ın (EÜAŞ) satın aldığı elektrik maliyetleri

Santralin Tipi	Alınan Enerji GWh	Birim Ödeme Cent/KWh
Doğalgaza dayalı üretim şirketleri	10759,8	10,67
Mobil santraller	629,5	12,80
Otoprodüktörler	1402,5	5,03

Görüldüğü üzere ithal enerji kaynakları ile çalışan termik santrallerin ürettiği enerji pahalıdır.

4.2 Türkiye İçin Enerji Modeli

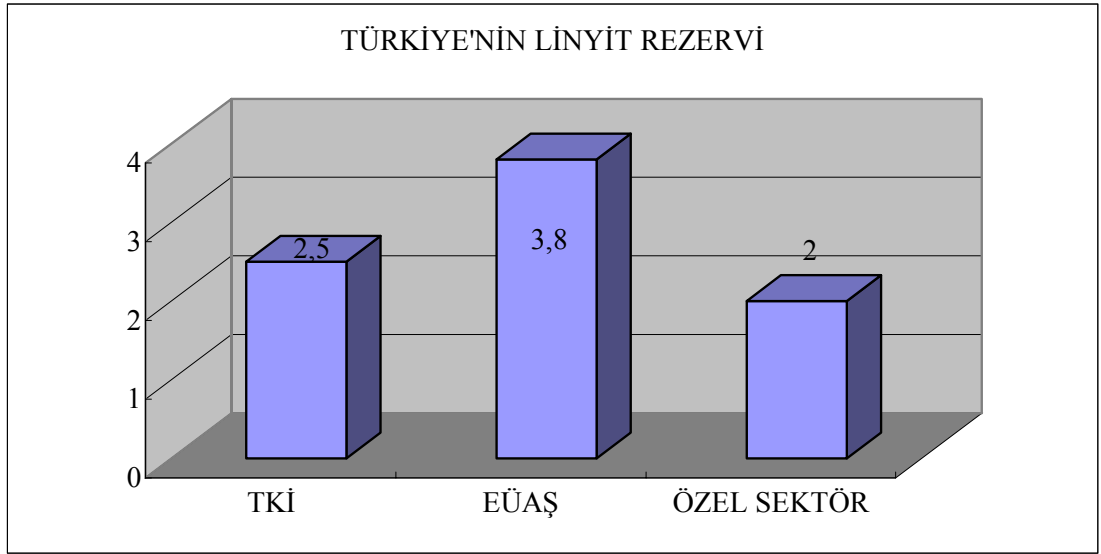
Türkiye, özellikle iki enerji kaynağı açısından önemli bir potansiyele sahip bir ülke olarak nitelendirilmektedir. Bu kaynaklar da yenilenebilir bir kaynak olan hidro kaynaklar ile 8 milyar tonun üzerindeki linyit kaynaklarımızdır. Ancak, kömür kaynaklarımızın sadece üçte biri devreye sokulabilmiştir. 160 milyar KWh olan hidrolik potansiyelimizin ise dörtte üçünün kullanılmadığı değerlendirilmektedir. Türkiye’de neredeyse tamamı ithal edilen doğal gazın % 67’sinin elektrik üretiminde, % 90’ı ithal edilen petrolün ise % 52’sinin ulaştırmada kullanılması, Türkiye’nin kalkınmasını zorlaştırmakta ve küresel pazarlardaki rekabet gücünü azaltmaktadır.

Kaynak temini planlamasında öncelikle dikkate alınması gerekli hususlar:

- I. ENERJİ kaynaklarının ARZ GÜVENİRLİĞİ
- II. ENERJİ kaynaklarının temin edilebilirliği
- III. ENERJİ kaynaklarının ucuzluğu
- IV. ENERJİ kaynaklarının çevresel etkileri

Ülkemiz kaynak büyüklüğü itibariyle dünyada 15. sırayı almaktadır. Ancak bu kaynaklardan yeterince yararlandığımız söylenemez. Kalkınmanın önemli göstergelerinden biri olan kişi başına tüketimimiz, OECD ortalamasının yaklaşık beşte biri, AB ortalamasının ise yaklaşık dörtte biri seviyesinde iken, bu oranlar 2000 yılında Dünya ortalamasının üçte ikisinden biraz fazla ,OECD ortalamasının yaklaşık dörtte biri seviyesindedir. Türkiye ulusal güvenliğini sağlamak ve ekonomik büyümesini sürdürebilmek için yerel kaynaklarına önem vermelidir. Doğalgaz ve petrol rezervimiz az miktarda ve yetersiz olduğu ve dünyada bu kaynaklarda meydana gelebilecek krizlere müdahale şansı olmadığı için fosil yakıt olarak tek ve önemli kaynağı olan kömüre önem vermeli ve iyileştirmeler yapılmalıdır. Özellikle sanayi ve ısınma sektöründe kullanılan linyitin kalitesinin yükseltilerek bunlardan kaynaklanan çevresel etkilerin azaltılması amacı ile üç sahada kömür yıkama tesisleri ve yeni sistemler yerleştirilmiştir bununla beraber yıllık yıkama kapasitesi 8 Mt’a ulaşmıştır. Türkiye’de mevcut işletilen toplam linyit rezervi işletmeler tarafından dağılımı ile birlikte Şekil 12’de yer almaktadır. Grafikte, ülkemizde en yaygın enerji kaynağı olan linyit ve kömürtaşının sektörler bazında üretim oranları şematize edilmiştir. Ülke

genelinde, tüm coğrafik bölgelerde üretim ve madenlerin işletilmesi TKİ ve EÜAŞ tarafından yapılmakta kısmen de özel sektör bazı madenlerin işletmesini üstlenmektedirler.



Şekil 12 – Türkiye'nin linyit rezervi

TÜRKİYE TOPLAMI : 8,3 Milyar Ton

- Ülkemizde en yaygın enerji kaynağı
- 37 ilde ve tüm coğrafik bölgelerde

4.3 Kömür Rezervleri ve Elektrik Enerjisinde Kömür Potansiyeli (Üretim, Tüketim, Talep)

Günümüze kadar toplam 6705 MW kurulu gücü besleyecek yıllık brüt yaklaşık 45 milyar KWh elektrik üretimi ile ısınma-sanayi ihtiyacını karşılayacak yaklaşık 72 milyon ton/yıl üretim kapasitesine sahip proje TKİ tarafından yaşama geçirilmiştir. Bu üretim kapasitesinin yaklaşık 60 milyon tonu termik santrallere geri kalanı ısınma ve sanayi sektörlerine yöneliktir. Elbistan B Termik santrali dokuz ay önce devreye alınmasının ardından linyite dayalı kurulu güç 8145 MW'a, yıllık üretim kapasitesi ise 90 milyon ton'a ulaşacaktır. Taşkömürü yıllık üretim kapasitesi 4 milyon ton/yıl olup fiili üretim miktarı 2-2.5 milyon ton/yıl dolayında gerçekleşmektedir. Bu miktarın %65'i enerji sektöründe tüketilmektedir. Petrol tüketiminin %9,1'i, doğal gaz tüketiminin %2,3'ü, taşkömürü tüketiminin %15,8'i yerli üretimle karşılanmıştır. Linyit tüketiminin tamamı yerli üretime dayanmaktadır. Türkiye'nin bilinen sınırlı kaynaklarının yanı sıra, yatırım ve teknoloji kısıtlarından da yerli enerji üretimi sınırlanmaktadır. Ülkemizde en zengin taşkömürü kaynakları Zonguldak ve çevresinde Ereğli'den Amasra'ya kadar uzanan bir şeridini kaplamakta olup 2002 yılı sonuna göre toplam taşkömürü rezervi 1,1 milyon ton civarındadır. Yerli kaynaklarımız içerisinde önemli yere sahip olan linyit yataklarına ülkemizin hemen hemen bütün bölgelerimizde rastlanmaktadır. Bilinen linyit varlığının en önemlilerini Afşin –Elbistan, Muğla, Soma, Tunçbilek, Seyitömer, Konya, Beypazarı ve Sivas havzaları oluşturmaktadır. Ülkemizdeki linyitlerin %90'ı açık işletme, kalanı yeraltı üretim metoduyla üretilmektedir. Gerek yeraltı ve gerekse yerüstü işletmelerde modern üretim teknolojilerinin uygulanması için çalışmalar sürdürülerek üretim verimlerinin yükseltilmesine gayret edilmektedir. Bazı teknik ve ekonomik zorluklar nedeniyle, 1980'li yılların ortasından itibaren taşkömürü üretiminde düşüşler gözlenmektedir. 1990 yılında 2,7 milyon ton olan taşkömürü üretimi 2002 yılında 2,2 milyon ton olarak gerçekleşmiştir.

Türkiye brüt elektrik üretiminde kömürün payı, büyük linyit projelerinin yaşama geçirildiği 1980 li yılların ortalarında en yüksek seviyelerine ulaşırken (%48) ,son

yıllarda doğalgaz kullanımının artışına bağlı olarak yaşanan linyite dayalı termik santrallerdeki talep düşüşü nedeniyle % 17 lere gerilemiştir.

Odun, Rüzgar enerjisi vs. gibi yenilenebilir kaynaklardan sağlanan enerji, toplam enerji arzı içinde %38,7'lik pay kapsamaktadır. Özellikle tezeğe dayalı hayvan ve bitki artıkları değerlendirme dışı tutulacak olursa, yenilenebilir enerjinin toplam enerji arzı içindeki payı %33,2 düzeyindedir. Hidrolik enerjinin tek başına yerli üretimdeki payı % 12,4 iken, klasik biyomas (odun + hayvan ve bitki artıkları) payı % 25,4'dür. 1997 yılı verilerine göre, yenilenebilir enerjinin Türkiye'nin genel enerji tüketimindeki payı ise %15 kadardır. Hayvan ve bitki artıkları değerlendirme dışı tutulduğunda bu pay %12,9'a düşmektedir. Hidrolik, jeotermal ve güneş enerjisinin tüketimdeki toplam payı %5,2 olmuştur. Hidrolik kaynaktan sağlanan enerji ise, güneş ve jeotermalden sağlananın 13 katıdır.

Türkiye'de son yıllarda talebi ve/veya tüketimi hızlı artış gösteren kaynak doğal gazdır. Diğer fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan çevresel sorunlar ve birincil enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi politikaları kapsamında, ulusal enerji dengesinde doğal gazın payının artırılması amaçlanmış ve yeterli arama ve üretim yapılamadığından ithalata yönelinmiştir. 2004 yılı sektörel doğal gaz tüketim dağılımı %59 la elektrik, %19 luk payla konut ısınma ,%19 la sanayide kullanılmakta olup 2010 yılında ise konut ısınma amaçlı dogal gaz tüketiminin %38 e yükseleceği ve bunun yanında sanayide kullanılan oranında %23 ler seviyesine ulaşacağı hesaplanmaktadır. (Petrol ve Doğal Gaz Çalışma Raporu 2004)

Sanayi sektörü ile konut ve hizmet sektörü payları yaklaşık aynıdır. Sanayinin tüketimi 20.055 Mtep, konut ve hizmet sektörünün tüketimi ise 19.015 Mtep'dir. Tüketilen enerjinin %23'üne karşılık olan 16.334 Mtep enerji; elektrik santralleri, kok ve briket fabrikaları, petrol rafinerileri ile iç tüketimde harcanmıştır. Bu değer düşüldüğünde toplam nihai enerji tüketimi 55.033 Mtep olmaktadır. Nihai enerji tüketiminin ise %36,4'ü sanayi sektörüne gitmiştir. Sanayi sektörü enerji tüketiminin karşılanmasında enerji kaynaklarının katkı payları şu oranlardadır. Bu tüketimde en ağırlıklı pay %43,4 ile petrol ve doğal gaza ait olup, kömürün payı %34,9 ve elektriğin payı %18,3'dür. Önemli enerji tüketim sektörlerinden bir diğeri de ulaştırma sektörüdür. 2020 senesinde birincil enerji kaynaklarımıza dayanan toplam enerji üretiminin 70.238. 000 Tep, enerji tüketiminin ise 298.448.000 Tep olacağı

değerlendirilmektedir. Bu durumda 2020 yılında ülkemiz, üreteceği birincil enerji kaynaklarından % 325 mislini ithâl etmek mecburiyetinde kalacak; yani bir başka deyişle, üretimimizin tüketimimize oranı % 40'tan % 23,5'e kadar düşecektir.

4.4 Kömür İthalatı

1973 yılında 16 bin ton ile başlayan taşkömürü ithalatı 2003 yılında 10 kat artarak 16 milyon tona ulaşmıştır. Taşkömürü ithalatı çoğunlukla sanayi sektörünün ihtiyacının karşılanması amacıyla yapılmakta olup ithal edilen taşkömürün yaklaşık %30'u demir çelik sanayinde tüketilmektedir. Tablo 25'te Sektörel Kömür ithalatları gösterilmiştir. Doğalgaz tüketiminin son yıllarda konut sektöründe hızla yaygınlaşması nedeniyle ısınma amaçlı taşkömürü ithalat miktarında düşme olmuştur.

Yurdumuzda ithalat yoluyla dış dünya piyasasından giriş yapan kömür büyük oranda Rusya, Çin ve G. Afrika gibi kömür potansiyeli ve üretimi açısından dünyada önem taşıyan ülkelerden temin edilmektedir. İthal edilen kömür sağlıklı ve güvenli şekilde yurdumuza getirilerek taşmada deniz yolu kullanılmaktadır.

Ülkemizde taşkömürü ithalatının yanı sıra ikincil kömür olarak adlandırılan kok ve petrokok ithalatı da yapılmaktadır. Özellikle çimento sanayi tarafından yapılmakta olan petrokok ithalatı 2003 yılında 1,67 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. İran ile yıllık 10 milyar m³ ve Mavi Akım projesi kapsamında Rusya Federasyonu'ndan Türkiye'ye 16 milyar m³ doğalgaz sevkiyatı için alım-satım anlaşması imzalanmıştır.

Tablo 25 – Birincil enerji ithalat programı

	Miktar (Mton)	Katı Yakıt	Menşei (%)
DEMİR ÇELİK	4,6 milyon	Koklaşabilir kömür	ABD (50) Avustralya (30) Kanada (20)
	0,5 milyon	antrasit	Rusya
	0,3 milyon	pci	Rusya, Avustralya
ÇİMENTO	1,5 milyon	Petrokok	ABD (100)
	1,5 milyon	Enerji kömürü	Rusya (68) Çin (16) Güney Afrika (14)

			Diğer (2)
KONUT ISITMA	7,0 milyon	Enerji kömürü	Rusya (68) Çin (16) Güney Afrika (14) Diğer (2)
ENERJİ	3,5 milyon	Enerji kömürü	Kolombiya (70) Rusya (20) Güney Afrika (10)
TOPLAM	18,8 milyon ton		

2020 Yılında tüm bilinen linyit rezervleri değerlendirildiği durumda bile toplam enerji talebinin ancak %14'ünü karşılayabildiği, doğalgaz kullanımının 2010 yılında %30 lara yaklaşıp 2020'de yine günümüzdeki seviyesini koruyacağını 2025 yılından itibaren nükleer enerjinin planlamaya alındığı ve ithal kömürün enerji talebini karşılamada %22 gibi önemli bir paya yükseleceği tahmin edilmektedir.

Tablo 26 – Birincil enerji ithalat programı taşkömürü ve doğalgaz maliyet kıyaslaması

YILLAR	TAŞKÖMÜRÜ (1000 TON)	DOĞALGAZ VE LNG (MİLYAR M³)
2003	20.266	40.326
2010	47.037	55.006
2015	88.047	67.309
2020	142.235	82.628

Taşkömürü talebinin 7 kat, linyit talebinin 2,5 kat ve doğalgaz talebinin de 2003 yılı seviyelerine oranla yaklaşık 2 kat artması beklenmektedir. 1990 yılında 4,6 Mtep olan toplam kömür ithalatı yıllık ortalama %6,4 artışla, 2002 yılında 9,6 Mtep 'ne ulaşmıştır. Bu ithalatın 7,8 Mtep 'i (11,7 milyon ton) taşkömürü olup geri kalan bölümü ise ikincil kömür olarak adlandırılan kok ve petrokok oluşturmuştur. 2005 yılı itibariyle yurdumuza giren toplam taşkömürü miktarı 12 milyon ton civarındadır. Özellikle çimento sanayi tarafından petrokok ithalatı yapılamakta olup 2002 yılı ithalatı 1,7 Mt olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 27 – Birincil enerji talep projeksiyonları

YILLAR	TAŞKÖMÜRÜ (1000 TON)	LİNYİT (1000 TON)	ASFALTİT (1000 TON)	DOĞALGAZ VE LNG (106 M ³)
2003	23466	80240	100	40513
2005	29026	100691	100	46382
2010	51837	160542	100	55156
2015	92847	179748	100	67430
2020	147035	184555	100	82749

4.5 Kömürün Türkiye'deki Çevre Boyutu

Türkiye çevre politikasının ana hedefi, sürdürülebilir kalkınma ile birlikte çevrenin korunması ve geliştirilmesi olarak belirlenmiştir. Çevre politikasının ana stratejisi, doğal kaynakların yönetimi, insan sağlığı ve doğal dengenin korunması şartı ile sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanması ve gelecek nesiller için doğal fiziksel ve sosyal bir çevrenin bırakılması olarak belirlenmiştir. Ülkenin ekonomik gelişmesi için gerekli, artan enerji talebinin karşılanması ile bundan kaynaklanan çevresel etkiler arasındaki dengenin sağlanması amacıyla enerji politikaları ile çevre politikalarının eşgüdüm içerisinde belirlenerek uygulamaya geçilmesi üzerinde, tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de yoğun çabalar sürdürülmektedir.

Günümüz dünyasında, özellikle İklim Değişikliği Anlaşması ve buna bağlı Kyoto Protokolü' nun imzalanmasından sonra uluslararası alanda enerji verimliliği, çevre ve temiz kömür teknolojileri kavramlarının birlikte ve sürekli olarak kullanılmaya başlandığı görülmektedir.

Her ne kadar, gerek İklim Değişikliği Anlaşması, gerekse Kyoto Protokol' ü ülkemiz tarafından halen imzalanmamış ise de ülkemizin bu alandaki gelişmelerden ve beklentilerden uzak kalması düşünülemez.

Dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemizde de oluşan çevre duyarlılığı, bir zamanlar yalnızca elektrik enerjisi talebinin karşılanması için yeni kapasite ilave edilmesi şeklinde özetlenebilecek yalın anlayışı, bugün çevreye zarar vermeyecek şekilde yeni kapasite ilavesi anlayışına çevirmiştir.

Yalnızca yeni kapasite ilavesi değil, aynı zamanda mevcut kurulu kapasitenin bir yandan yapılacak modifikasyonlar, öte yandan elektro filtreler ve Baca Gazı Arıtma Tesislerinin de eklenmesi ile çevreye zarar vermeyecek şekilde dönüştürülmesi, bu alandaki çalışmaların ve yapılan yatırımların önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Ancak, yüksek yatırım maliyetleri de olan baca gazı arıtma tesisleriyle yetinmek de yeterli olmamaktadır. Bu konuda, gerek verimin artırılması gerekse çevre sorunlarının azaltılabilmesi bakımından en son temiz kömür teknolojilerinin kullanılması da büyük önem taşımaktadır. Bu düşünceden hareketle, Çan'da 2x160 MW'lık Çan Termik Santrali ülkemizdeki ilk uygulama olarak, Akışkan Yatak teknolojisine göre tesis edilmiştir. Günümüzde, alternatif olarak Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim Sistemi en çevre dostu ve en verimli güç üretim metodlarından birisi olarak kabul edilmektedir. Bu anlayış çerçevesinde dünyadaki gelişmeler disiplinli bir şekilde izlenmekte ve yeni santraller ile ilgili olarak yakıtın temizlenmesi, atmosferik ya da basınçlı akışkan yatak teknolojileri, gazlaştırma teknikleri, baca gazı arıtma tesisleri ve mevcut santrallerde daha düşük ısıda yanma ile emisyonları azaltma teknikleri dahil çevre dostu ve en verimli teknolojiyi belirleme ve uygulama temel hedeflerimizi oluşturmaktadır. Yine bu çerçevede ayrıca NO_x emisyonlarının azaltılması yüksek yanma sıcaklıklarında ortaya çıkan NO_x emisyonları dolaylı sera gazıdır. Bu tür yakıcılarının kullanımı gibi yeni teknolojiler de dikkate alınmaktadır.

Akışkan yatak teknolojisinin uygulanmasında şüphe görülen kömürler için bundan böyle süper kritik çevrim teknolojisi tercih edilmelidir. Bu şekilde çevreye zararlı atıkların üretimi azalacağı gibi bunların bertaraf edilmesi de göreceli olarak (birim üretim bazında) ucuzlamış olacaktır. Ayrıca, bu teknoloji bilhassa CO₂ azaltılması açısından da önem arz etmektedir.

Kömür kullanımı ve beraberinde karşılaşılan çevresel sorunlara çözüm yolları aşağıdaki gibidir:

- Çevresel kontrol teknolojileri (SO₂ kontrol teknolojileri, NO_x kontrol teknolojileri ve kombine SO₂/NO_x teknolojileri)
- Temiz yakıt için kömür prosesleri (kömür hazırlama teknolojileri, hafif gazlaştırma)
- İleri elektrik enerjisi üretimi (düşük emisyonlu kazan sistemleri, basınçlı

akışkan yatakta yakma, entegre gazlaştırma kombine çevrim, dolaylı ateşleme çevrimi ve gazlaştırma-yakıt pili kombinasyonu (Indirectly Fired Cycles and gasification – Fuel Cell Combination), vb. gelişmiş yakma sistemleri)

BÖLÜM BEŞ

KÖMÜR ARAMA YÖNTEMLERİ

5.1 Kömür Arama Safhaları

Aramalara yarım asrı geçkin bir süre önce başlanmasına rağmen Türkiye'nin taşkömürü ve linyit yönünden potansiyeli tam anlamıyla kesin rakamlarla belirlenememiştir.

Bu çalışmada üzerinde önemle durulan linyit kömürü yataklarına gelince, Türkiye'nin linyit içermesi jeolojik yönden mümkün olabilecek formasyonların yer aldığı sahalarda yüz ölçümü 100.000 km²'den fazla olmasına rağmen bu alanların ancak kabaca yarısından az bir kesiminin etüdü tamamlanabilmiştir.

Kömür aramalarında hareket noktası mostra yani kömür tabakalarının topoğrafik yüzeyle kesişme zonedir. Kömürün varlığından şüphe edilen bir sahada bir, iki, üç veya daha fazla mostra bulunabilir. Tabii ki, mostra sayısı arttıkça, sahanın prospeksiyonu ve kömür bakımından ümitli olup olmadığının da araştırılması kolaylaşacaktır.

5.1.1 Kömür Mostralarının Araştırılması

Çalışmalara başlamadan önce, tetkik edilecek mostranın tam yerinin bir harita üzerinde işaretlenmesi gerekir. Bu amaçla 1 : 100 000 ölçekli topoğrafik haritalardan yararlanılabilir. Daha büyük (örneğin 1 : 25 000) ölçekli haritaların prospeksiyon amaçlı kullanılması pek tavsiye edilmez. Çünkü birbirinden uzak birçok mostranın varlığı halinde, bunların ayrı ayrı paftalara işaretlenmesi zorunluluğu ortaya çıkacaktır. Ayrıca, prospeksiyonu yapılan alanın olumsuz çıkması halinde daha masraflı olan büyük ölçekli ekonomik jeoloji çalışmaları boşa çıkacaktır. Sahaya 1/100 000 ölçekli topoğrafik ve eğer varsa jeolojik harita ile birlikte çıkılmalı, mostralar jeolojik harita üzerine işlenmelidir. Böylece kömür havzası yayılım alanı ortaya çıkarılmış olur.

Mostrayı oluşturan kömür damarının eğim ve doğrultusunun araştırılması, yapılacak ikinci önemli işlerdir. Bu arada kömürün komşu kayalarında da ölçmeler yapılmalı, tavan ve taban araştırılıp tanımlanmalıdır. İleride yapılacak jeolojik

araştırmalar esnasında, kömür mostrası olmayan sahalarda tavan veya tabanın yayılımının incelenmesi gerekecektir.

Topoğrafik yüzeylerde görülen (hava ile temas halindeki) kömür damarı genellikle ayrışmaya uğramıştır. Bu nedenle kalınlığının, bileşiminin ve litolojisinin doğru olarak saptanma olanağı yoktur. Halk arasında (özellikle linyit kömürü için) kömür damarlarının yüzeyde ince oldukları ve derinlere gidildikçe kalınlıklarının arttığı ve kalitelerinin düzeldiğı, uzun tecrübelerle dayanan bir söylentidir.

Kömür mostralarının incelenmesinde řu hususları unutmamak gerekir:

- Yüzeyde havanın oksijeni ve dış etkenlerle oksitlenen damar, hacminin büyük bir kısmını kaybeder. Bu hacim eksilmesi genellikle % 10 dan fazladır
- Oksidasyon ve yıkanma nedeniyle linyit damarlarında sık sık rastlanan ve önemli oranlarda organik maddeler içeren mineral çökeller, yahut büyük miktarlarda mineral malzemesini içeren limnik kısımlar organik maddelerini kaybederler. Geriye yalnız mineral maddeler kaldığından renkleri açıktır
- Yıkıntılar, yamaç molozları ve toprak örtüsü mostranın büyük bir kısmını örtmüş olabilir.

Herhangi bir yanlış yoruma yer bırakmamak için, mostranın tam anlamıyla açılması, kömür damarının atmosferik etkenlerden etkilenmemiş (oksitlenmemiş) kısmına ulaşılması gerekir. Topoğrafik ve litolojik bazı özel durumlar hariç, en az 1.5 m derinliğinde bir yarma yapılması ve böylelikle taze kayalara erişilmesi gerekir.

Eğer prospeksiyon çalışması işletilen bir sahanın rezervini arttırmak amacıyla yapılıyorsa, ruhsat alanı içinde zaten mevcut olan ocaklardaki damarların incelenmesi yeterli olacaktır.

Yarma ile temizlenmiş damarın kalınlığının ölçülmesi ve kesitinin yapılması gerekir. Bu çalışmalar sırasında kömür damarının bir sedimanter tabaka olup, stratigrafinin önemli kurallardan biri olan üst üste gelme prensibine uyduğunu ve plastik bir özelliğe sahip bulunduğunu unutmamak gerekir.

Madenin aranması o bölgede gerçekleşmiş jeolojik olayların, etkili oldukları

alanların, kaya geometrisinin çözümlenmesi gerekmektedir. Arama süreci, önceden üretilmiş verilerin yorumlanması ile başlar sonuç ve çözümlerin üretilmesi ile devam eder ve madenin tüketilmesine kadar geçen zaman zarfına kadarda devam eder. Öncelikle; paleocoğrafya, jeoloji, uzaktan algılama, jeokimya, jeofizik gibi kaynakların yardımı ile veriler büro çalışmaları ile değerlendirilir. İlk etapta öngörülen arazi içerisinde prospeksiyon yöntemi ile çalışmaya başlanır.

Kömür aramalarında prospeksiyon yöntemlerinin endüktif ve dedüktif prospeksiyon olduğu bilinmektedir. Günümüzde yok denecek kadar azalan son derece sınırlı kömür arama faaliyetleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün kurulmasından sonra, 1940'lı yıllarda endüktif prospeksiyon yöntemi ile başlamış ve bu geleneksel yöntemle yarım asrı geçkin bir süre boyunca aktif olarak sürdürülmüş, buna karşılık dedüktif prospeksiyon yönteminin uygulanması ile ilgili teşebbüsler devamlılık göstermemiştir.

Rastlanılan ve ihbar edilen bir kömür aflörmanından yani kömür damarının topoğrafik yüzey ile kesişme zonundan hareketle yapılacak prospeksiyon, detay etüd ve sondajlı aramalarla uygulanan endüktif prospeksiyon ancak kömür aramaları yönünden bakir sahalar için geçerli ve etkili olabileceğinden artık günümüzde bu yöntemin uygulanabilmesi için önemli sahaların kaldığı söylenemez. Çünkü hala rastlanmamış, görülmemiş bir kömür mostrasının varlığı ihtimali giderek azalmaktadır.

Buna karşılık, yeryüzünde hiç bir mostra veya emare görülmediği halde, bilimsel irdelemelerle kömür oluşumları içermesi olası sedimantasyon havzalarını ortaya çıkarmaktan ibaret olan dedüktif kömür prospeksiyonu günümüzde uygulanması gereken ve etkin sonuçlar doğuracağı düşünülen ana arama yöntemidir.

Kömür aramalarında modern bir yaklaşımı ifade eden dedüktif prospeksiyon çalışmaları mümkün olduğu kadar detaylı ve kesin olarak tespit edilmiş paleocoğrafik verilere ve bu verilerin sağlıklı bir şekilde yapılacak bilimsel yorumuna ihtiyaç gösterir. Paleocoğrafik donelerin yanında Türkiye çapında stratigrafik, topoğrafik, sedimentolojik ve biyolojik bilgiler gereklidir. Kömür aramaları ile doğrudan ilgili Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü ve Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü gibi ihtisas

kuruluşlarımız ile çalışmalarında jeolojik verilerden yararlanan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Karayolları Genel Müdürlüğü, Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü gibi kuruluşlarda söz konusu bilgilerin önemli bir kısmı değişik amaçlı etütlerin sonuçları halinde, parça parça, izole ve birbiri ile ilişkisi kurulmamış halde de olsa mevcuttur.

İşe, konu ile ilgili mevcut veya kurulacak bir ihtisas kuruluşunun bünyesinde tüm bilgilerin toplanması, kompilasyonu, korelasyonu ve bilimsel yorumu ile aramaların sonuçlandırılmasını sağlayacak uzmanlardan oluşan bir çalışma grubunun kurulması ile başlanması gerekmektedir. Bu çalışma grubu tarafından,

- Değişik amaçla sondaj çalışmaları yapan tüm özel sektör ve kamu kuruluşlarının sondaj stamplarının kömür varlığı yönünden incelenmesi;

- Daha önce jeolojik yönden etüt edilmiş sahalardan elde edilen verilerin değerlendirilmesi, önce yakın alanların, bilahare bölgesel olarak litostratigrafik ve biyostratigrafik korelasyonların yapılması ve öncelikle kömür içermesi jeolojik olarak mümkün olmayan alanların elimine edilmesi;

- Kömür içermesi jeolojik olarak mümkün olan alanların daha önce yapılmış olan en az 1/25.000 ölçekli jeolojik haritalarının revizyonu ve varsa eksik olanların jeolojik haritalarının ikmali, bunların paleocoğrafik verilere intibakının sağlanması;

- Paleocoğrafik harita taslaklarına dayanarak söz konusu alanların kömürlü olarak ayırt edilebilen fasiyes bölgelerinin, prioritesi de belirlenerek, prospeksiyon planına alınması, her fasiyes bölgesinin jeolojik yaşı farklı olabileceği için her jeolojik devir için bir plan yapılması ve her devirle ilgili kömürce ümitli sahalarının işaretlenmesi;

- Söz konusu sahaların yerinde tetkiki ve üretim sondaj lokasyonlarının saptanması;

- İstikşaf sondajlarının yapımından sonra sonuçların değerlendirilmesi ve gerekiyorsa etütlerde bir ileri aşamaya geçilmesi sağlanmalıdır.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü elemanlarının muhtelif amaçlarla yaptığı jeolojik haritalar ve özellikle değişik bölgelerin 1/25.000 ölçekli haritalarının kömür aramaları yönünden yeniden gözden geçirilerek kompilasyonu gerekmektedir.

Türkiye genelinde farklı coğrafik bölgelerde yapılan çalışmalara aşağıda değinilmiştir

Dedüktif Prospeksiyon çerçevesinde özellikle,

- Pontitlerin Anadolu yaylalarına bakan kesimlerinde bulunan limnik yapılı, iyi kaliteli, rezervi az olan kömür oluşumları içermesi muhtemel Eosen yaşlı, gölssel kökenli formasyonların;

- Trakya bölgesinde yer alan paralik yapılı, çok damarlı, orta kaliteli kömür oluşumları içerebilecek Oligosen yaşlı karasal tatlı su çökellerinin;

- Batı Anadolu'da görülen Miyosen yaşlı karasal-gölsel fasiyesli Seyitömer, Tunçbilek, Soma kömür havzalarında görülenlere benzer, limnik sedimentlerin bulunduğu sahaların;

- Doğu Anadolu'da Pliyosen yaşlı, kötü kaliteli, az damarlı, önemli limnik kömür oluşumlarını içerebilecek tatlı su çökellerinin kömür yönünden ümitli ve potansiyel sahalar oluşturduğunu dikkate almak gerekir.

Bu çerçevede hazırlanacak genel dedüktif prospeksiyon programlarında, mekanik sondajlı aramalar yanında jeofizik metotların kullanımının araştırılması yoluna gidilmeli, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'daki volkanitlerin altında kalan karasal-görsel fasiyesli sedimanter çökellerin kömür yönünden etüdü gündeme alınmalıdır. Ayrıca, dedüktif prospeksiyon çalışmalarında yararlanılabilecek bilgisayar programlarının geliştirilmesi teşvik edilmelidir. Genel olarak jeolojik olarak araştırmaların ışığı altında hem maliyeti düşürmek hem de yapılan çalışmalarda zamandan kazanmak amacıyla jeofiziksel yöntemlerin yardımına başvurmak sağlıklı bir hareket olacaktır. Çalışma yapılacak bölge saptandıktan sonra ilk etapta jeolojik verilen selde edilmesi ve yer altının yapılacak sondajlar yardımı ile tahmini özelliklerinin oluşturulması gerekmektedir.

5.2 Sondajlı Kömür Aramaları

Burada konu, kömürle ilgili sondajlı aramaların değerlendirilmesi olup, sondaj tekniğine değinilmeyecektir. Sondaj tekniği Maden Arama derslerinde ve Sondaj derslerinde ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

Sondajlı Aramalar Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar:

Bir sondajın her şeyden önce yeraltı hakkında ayrıntılı bilgi elde etmek

amacıyla yapıldığını unutmamak gerekir. Bu nedenle, sondaj tekniğinin elde edilmesi istenen verilere göre değiştirilmesinde tereddüt etmemek gerekir. Sondajlar sırasında dikkatli bir sondör ve kuyu jeoloğu sondaj karotlarını tetkik etmeden dahi bazı gelişmeleri farkedebilir ve birçok bilginin elde edilmesini sağlar.

Bu gelişmelerden önemlileri şöyle sıralanabilir :

1. Sondaj takımının delme hızı ve titreşiminin değişmesi geçilen sedimanların da değiştiğine işaret eder : sert kayalarda ilerleme, bihassa, derinliğin az olduğu seviyelerde küçük zıplamaların meydana getirdiği bir titreşimle olur.
2. İlerleme hızı kayacın sertliği ile ters orantılı olarak değişir.
3. Ani olarak ilerleme hızının artması, takımların serbest düşmesi, (eski bir galeri veya karstik bir mağara gibi) yeraltındaki bir boşluğa rastlandığına işaret eder.
4. Dolaşım suyunun veya çamur kaçağı veya suyun artması da önemli göstergelere (boşluklara) işaret eder.

Sondaj işlemi sediman ve karotlu olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Havzada ilk yapılan sondajların (5-10 metrelik bir derinlikten) yüzeyden itibaren kömürlü seviyenin kesilmesine kadar veya havzanın tabanına kadar karotlu gitmesi, incelenen bölgenin stratigrafik istifini tanımak bakımından gereklidir. Rezerv tahkiki için, sondajların devamlı olarak karotlu ilerlemesi, çalışma hızını azalttığından, sadece daha önceden konumu saptanan kömürlü seviyenin tavanından tabanına kadar karotlu olarak yapılması uygun olur.

Sondaj Karotlarının Determinasyonu:

Yapılan ilerlemenin elde edilen karot uzunluğuna oranı, karot % sini verir. Bu oran geçilen sedimanların esas kalınlığının saptanması için gereklidir.

Karot oranının düşük olmasına yol açan nedenler şunlardır :

- a. Suda kolaylıkla eriyebilir tabakaların büyük bir kısmının dolaşım suyunda çözülmesi
- b. Herhangi bir teknik nedenle ilerlemenin hatalı olarak saptanması
- c. Tabakalanma düzlemi yakınlarındaki sedimanların veya az dayanımlı kısımların karot alınırken parçalanması, bu parçaların dönme nedeniyle birbirine sürterek

aşınmaları

- d. Gevrek tabakaların kesilirken ufalanıp kırılması
- e. Karot alınırken bir kısmını kuyu boşluğuna düşmesi ve yeni bir manevra sırasında ezilip kırılması.

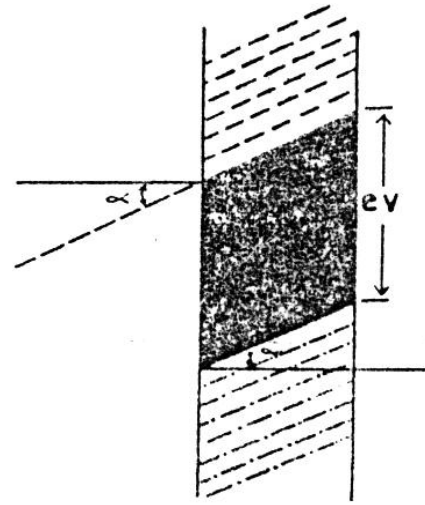
Karot uzunluğunun ilerlemeden fazla da olması mümkündür. Buna şunlar neden olabilir :

1. Bir önceki manevra sırasında kuyuya düşen karot parçaları
2. Özellikle koloidal yapıya sahip sedimanların dolaşım suyu ile şişmesi; bazı kil ve marnlarda bu şişme sebebiyle hacmin % 20 ye kadar arttığına işaret edilmektedir.

Karotların temizlendikten sonra tayinlerinin yapılması sondajların değerlendirilmesi için gereklidir. Bu determinasyon herhangi bir mostranın kesimini çıkarmak için yapılan çalışmalara benzer.

Geçilen tabakaların kalınlığı, eğer formasyonlar tam manasıyla yatay ise, karotlardan doğrudan doğruya ölçülen değerlere eşittir. Tabaka yatay düzlemle α açısı (eğim) yapmakta ise ve tabakanın karot üzerinde ölçülen kalınlığı (zahiri kalınlık) ev olursa hakiki kalınlık (en) aşağıdaki formülden hesaplanır :

$$en = ev \cdot \cos \alpha$$



Sediman ilerlemelerde, dolaşım suyu ve çamurunun eleklenmesi ile ayrılan kırıntılardan da tayin yapılabilmektedir. Belli bir formasyona girildikten oldukça uzun bir müddet sonra su ile yüzeye çıkan bu kırık parçalar, geçilen seviye hakkında bir bilgi verir. Bu arada, killerin ve marnlı sedimanların sondaj çamuruna karışması

yanlış değerlendirmeler yapılmasına yol açabilir. Ayrıca, sediman almak suretiyle ilerlemede kumtaşı ile kumun ayırılması olanaksız hale gelebilir.

Sondaj Loglarının Hazırlanması:

Sondaj karotlarından elde edilen veriler özel olarak hazırlanmış loglara işaretlenir. Böyle bir logda soldan sağa doğru, genellikle 1 : 200 ölçekli ilerleme şeklini belirten karot % si hanesi, 1 : 200 ölçekli sütun kesidi, cevher içeren zonun 1 : 50 ölçekli ayrıntılı logu, derinlik ve nihayet sağ kısımda alınan numunelerin kimyasal analiz sonuçlarının not edileceği sütunlar bulunmaktadır.

Bu bilgilerle beraber, sondaj işlemi sırasında rastlanan su seviyesi, milonitik zon, fay, konkresyon, hayvan ve bitki fosilleri ile eğer meydana gelmişse su ve çamur kaçağı seviyeleri 1 : 200 ölçekli logun yanına not edilir. Ayrıca, kesilen tabakaların eğimlerinin sondaj açısının ve çapının da belirtilmesi yararlı olur.

5.3 Kömür Rezervlerinin Hesaplanması

Kömür rezervlerinin sınıflaması üzerinde kesinleşmiş uluslararası bir kuralın olmaması, devamlı olarak yanlış yorumlamalara yol açmaktadır. Örneğin, her hangi bir memleketin saptamış olduğu kurallara ve hata payına göre “ mümkün “ olarak nitelenen bir rezerv, diğer bir memleketin “ muhtemel rezerv “ grubuna girebilmektedir. Hatta, bu durum aynı memleketin jeologları arasında da farklı kabullere neden olmaktadır.

Ekonomik varlıkların kesinlik derecesine göre, rezervleri görünür, muhtemel, mümkün ve jeolojik gibi çeşitli kategorilerde toplamak bir gelenek haline gelmiştir. Ancak yararlanabilme açısından iki kısma ayrılabilirler.

- a. Halen Yararlanabilen Rezervler:** rezerv saptama çalışmalarının yapıldığı anda mevcut olan ekonomik koşullar ve teknolojik şartlarla işletilebilecek rezervlerdir.
- b. Potansiyel rezervler:** ileride mevcut olması olasılık dahilinde olan ekonomik ve teknolojik koşullarla işletilebilecek rezervlerdir. Bu kategoriye dahil edilen rezervlere “ kaynaklar “ da denmektedir.

5.3.1 Görünür Rezervler

Yeterli derecede sık sondajlarla varlığı saptanan ve sondaj verilerine dayanarak hesaplanan, kimyasal, fiziksel ve diğer özellikleri 3 boyutta yeraltı ve yerüstü

madencilik çalışmaları sonucu tam anlamıyla aydınlatılmış bir potansiyeldir. Görünür rezerv rakamlarında \pm % 10 dan fazla bir sapma olmaması gerekir.

Bu cins rezerv, kesin hesabı yapılmış ve uygulama bakımından olumlu sonuca varıldığı belli olmuş, cevher veya kıymetli bileşiğin teknolojik deneylerinin endüstri çapında yapılmış veya endüstride uygulama kabiliyetinin olacağına tam anlamıyla kanaat getirilmiş, böylelikle teknik projenin yapılması olanak dahiline girmiş konumundaki rezervdir. Bu belirtilen koşulların yanında üretim bloklarının hazır olması, yatağın kalitesinin tam olarak bilinmesi, hidrojeolojik koşulların aydınlatılmış olması, damarın ekonomik kalınlığa sahip bulunması, tektonik karakterlerin ve damarın devamlılığının pratik olarak ve herhangi bir riske meydan vermeyecek bir kesinlikle bilinmesi gerekmektedir.

Çok düzenli cevher grubuna sokulan taşkömürü, linyit ve turbaların bu sınıfa dahil rezervleri, yerine göre (devamlılık, düzen, tektonik, kalınlık ve kalite uygun koşullar sergilediği takdirde) 100 ila 750 m aralıklı yapılmış sondajların verilerine dayanılarak saptanabilir.

Bununla beraber ilksel çökelme sırasında zaten düzensiz olan veya tektonik hareketler sonunda parçalanmış bir kömür yatağının görünür rezervini yalnız sondajlarla saptamanın da riskli olabileceğini belirtmekte yarar görüyoruz.

5.3.2 Muhtemel Rezervler

Sondaj veya yarmalarla iki (bazı beklenmeyen hallerde bir yanı açılmış, arama bakımından doğrultu ve yatım yönlerinde henüz belirsizlik bulunan, hidrojeolojik şartların genel çizgileriyle tam olarak tespit edildiği ölçme ve numune alım yerleri ile, çeşitli madencilik mostra yerlerinin yataktaki muhtelif faktörlerin devamlılığının kati olarak belirtecek kadar olmayan mesafelerde bulunduğu bu dağınık lokasyonlar dolayısıyla ölçülerin ancak kısmen yapılmış olduğu bir zuhur ile ilgili olarak hesaplanmış rezervlerdir.

5.3.3 Mümkün Rezervler

Teknolojik özellikleri üzerinde gayet sınırlı bir bilgiye sahip olunan, yayılımı hakkında ancak münferit mostralarla, civarda işleyen veya kapatılmış eski ocaklara veya yapılmış aralıklı sondajlara yahut genel ve özel jeolojik donelere dayanılarak bir

fikir yürütülebilen, hidrojeolojik şartlarının gayet az bilindiği rezervlerdir. Kömür gibi sedimenter cevher yataklarında 700 il 1000 m veya çok daha fazla aralıkla yapılmış sondaj veya arama verilerine veya mostralara dayanılarak bu kategoriye giren rezerv hesaplanabilir.

Kömür yatakları için muhtemel rezerv tespiti amacıyla uygulanılacak olan sondajların aralıkları 250 il 500 m arasında değişebilmektedir. Bazı uygun ortam ve durumlarda, damar doğrultusuna paralel çizgiler üzerinde en fazla 750 m ve buna dikey çizgiler üzerinde 250-300 m aralıklarla yerleştirilmiş sondajlarla muhtemel rezerv tespit edilebilir. Muhtemel rezerv rakamlarındaki sapma \pm % 20 olabilir. Mümkün rezerv rakamlarındaki sapma \pm % 50 il 80 arasında değişebilir. Jeolojik olarak ortam da bulunan formasyonların kesinliğinde şüphe uyandıran durumlar litolojik olarak farklılıklar ve stratigrafik uyumsuzluklar var ise kesinlik açısından bir belirsizlik mevcutsa jeofizik yöntemlerin kullanılmasında fayda vardır. Çalışma yapılan sahadaki stratigrafik ve litojik özelliklere göre farklı jeofizik yöntemleri kullanılabilir.

5.3.4 Jeolojik Rezervler

Varlığı hakkında jeolojik harita ve kesitlerin verdiği olanaklar dahilinde ve benzetme yoluyla hüküm verilen yataklar veya bunların kısımlarının rezervleridir.

5.4 Kömür Arama Ortamlarına Göre Jeofizik Yöntemler

Kömür aramalarında, jeofizik yöntemler; arama, işletme geliştirme aşamalarında önemli bir yer tutar. Jeofizik yöntemlerin türü, karşılaşılan sorunun çeşidine ve işletmedeki aşamalara göre değişir.

Tüm kömür arama evrelerini kapsayan ortamlar beş tanedir. Yüzey aramacılığı (HR): yeraltında, geniş çevrede yapıyı aydınlatma işi

- Kuyu yüzeyinden aramacılık (VSP, VES, VRP): kuyu içi ve çevresinde damarın aranması
- Kuyu içinden aramacılık (WL): kuyu içinde, delme eksenini boyunca damarın aranması işi

- Kuyu aralarında aramacılık-tomografi (T): iki kuyu arasında damarın sürekliliğini arama
- Yeraltından aramacılık: damar sürekliliği ya da tünel içinde damar arama.

5.4.1 Jeofizik Ölçü Ortamları

Jeofizik ölçüler, üç ayrı ortamda alınır:

- Yüzey aramaları
- Kuyu içi aramaları
- Yeraltı aramaları

5.4.2 Kömür Aramalarında Jeofizik Yöntemlerin Yeri

Jeofizik yöntemlerin, kullanılması ve türleri amaca göre değişir.

Kömür havzalarının aranması amacıyla kullanılan yöntemler:

- Uzaktan algılama ve hava fotoğrafları yöntemi
- Bölgesel gravite yöntemi
- Bölgesel manyetik yöntem
- Tellürik ve audiomanyetotellürik yöntemler
- Elektriksel yöntem
- Sismolojik ve paleomanyetik incelemeler

Bu yöntemler, kömür bulundurabilecek çukurların yer ve boyutlarını, derinlik ve taban biçimlerini, geçirdiği tektoniği ve edindiği stratigrafiyi bulmak üzere kullanılır.

Havza içinin araştırılması amacıyla kullanılan yöntemler:

- Yüksek ayrımlı sismik yansıma ve kırılma yöntemi
- Mikrogravite yöntemi
- Yeraltı radarı yöntemi
- Jeofizik kuyu loğu yöntemi
- Elektriksel delgi ve kaydırma yöntemi

Jeolojik, jeofizik ve jeokimyasal olarak kömür içerebileceği belirlenmiş çukurların, yeraltı yapısını ayrıntılı olarak aydınlatmayı amaçlayan yöntemlerdir.

Kömür yatağının izlenmesi amacıyla kullanılan yöntemler:

- Düşey sismik kaydırma ve yüksek ayrımlı sismik yansıma ve kırılma yöntemleri
- Düşey radar kaydırma yöntemi
- Düşey elektriksel kaydırma yöntemi
- Jeofizik kuyu ölçüleri yöntemleri
- Çapraz kuyu ölçümleri yöntemi
- Mikrogravite yöntemi
- Polarizasyon ölçümleri yöntemleri

5.5 Kömürün Yüzeyden Aranması

Yüzey aramalarında en yaygın ve güvenle kullanılan dört jeofizik yöntemden ilki sismik yöntem, ikincisi de radar yöntemidir. Bunlardan ilki sonik, ikincisi de elektromanyetik, dalga yayımına dayanır. Sismik yöntem, yoğunluk ve hız ayrılığından kaynaklanan akustik titreşimin (empedans); radar yöntemi ise, dielektrik sabiti ayrılığından doğan elektrik iletkenlik süreksizliğinin yansıtmasının araştırılmasını amaçlar.

5.6 Kömür Aramalarında Yüksek Ayrımlı Sismik Yöntemin Kullanımı

Sismik yüzey aramaları, öncelikle yeraltı yapısını aydınlatmak ve üretken alanın genişliğini belirlemek için kullanılır. Kırıkların, antiklinal ve senklinallerin, tuz domlarının, stratigrafik kapanların, kıvrım ve devrikliklerin, katmanlaşma ve eğimlerinin belirlenmesini amaçlar.

Ancak, gelen dalganın dalga boyuna göre kömür damarlarının çok ince olmasına karşın, oldukça büyük bir yansıma vermesi, yüksek ayrımlı sismik yöntemlerle ince damarların belirlenebilirliğini artırır.

5.7 Kömür Aramalarında Yer Altı Radarı Yönteminin Kullanımı

Yeraltı radarı yönteminin (GPR) ayrımlılığı, sismik yöneme göre çok yüksek, giriş derinliği ise daha sınırlıdır (25-75m).

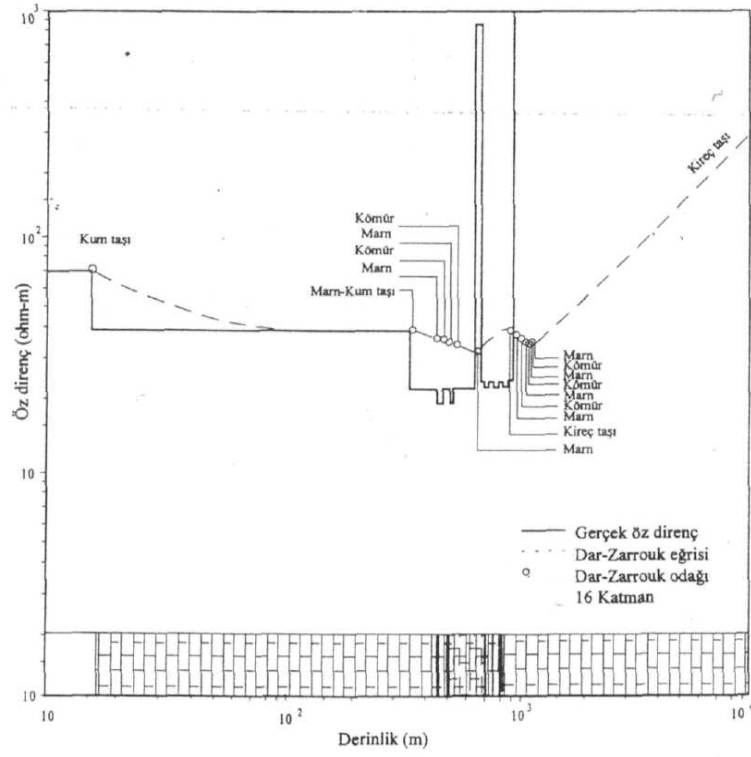
5.8 Elektriksel Yöntemler ve Polarizasyon Yöntemleri

Bu yöntemler, jeolojik birimleri, elektriksel öz dirençlerine ve artı-eksi yüklerin ara yüzeylerde ya da süreksizliklerde polarize olmasına göre ayırt eden yöntemlerdir. Bu yöntemle sığ kömür damarlarının derinlik ve kalınlıkları bulunur, yapısal süreksizlikler belirlenir, yer altı boşlukları da tespit edilebilir. Elektriksel yöntemler yüzeyden ve sondaj yardımıyla kuyu içinden olmak üzere iki farklı yöntem yardımıyla yeraltında bulunan değişik özellikte farklı litolojide ki katmanların derinlik ve kalınlık ayrıca eğimlerinin bulunmasında yardımcı olur. Aşağıda ki şekilde bu yöntemin nasıl uygulandığı gösterilmektedir.

5.9 Elektriksel Yöntemler

Bu yöntem, jeolojik birimleri, elektriksel öz direnç farklılıklarına bakarak ayırt eder.

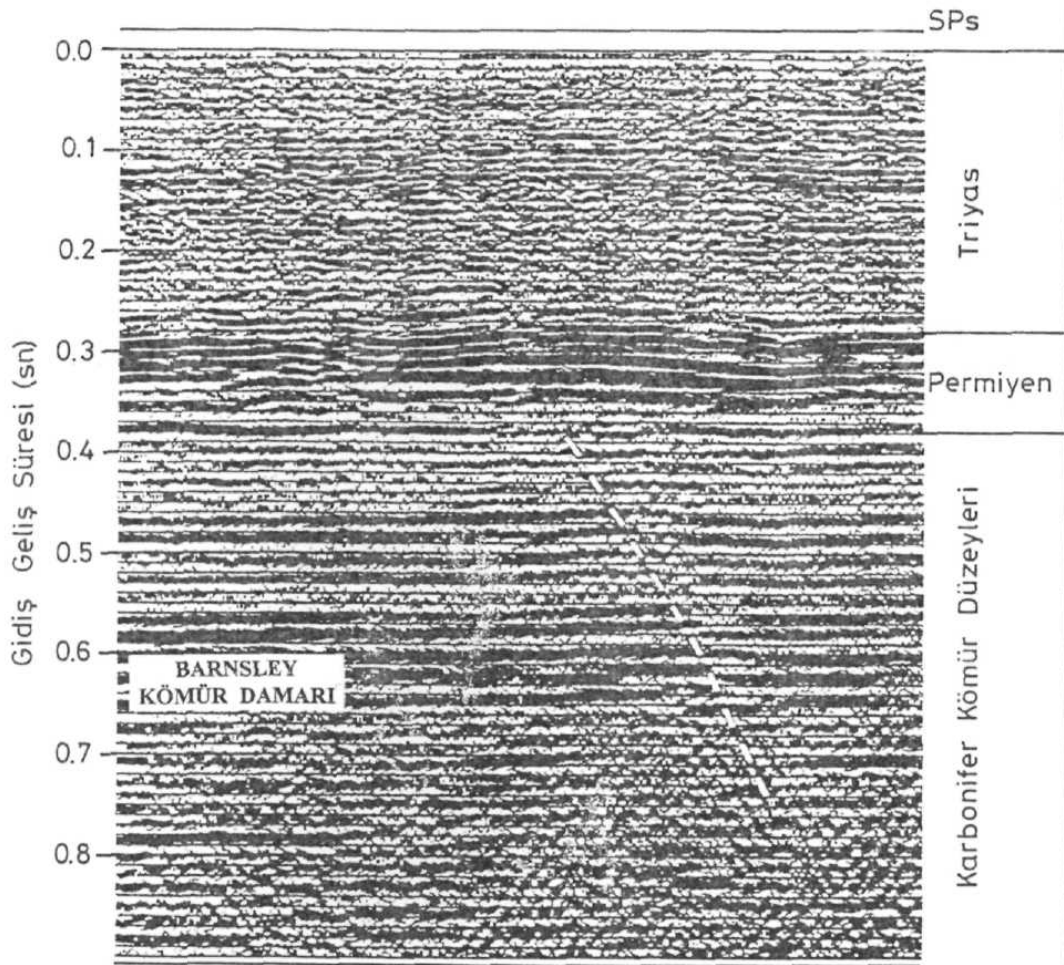
Aşağıdaki şekilde görüleceği üzere kum taşı, marn ve kömür jeolojik olarak farklı özellikler sunmaktadır. Bu elektriksel yöntemle farklı gerçek öz dirençlerinden faydalanılarak katmanlar ayırt edilebilip kömür tabakasının yeraltındaki kısmi damar kalınlığı ve uzantısı tespit edilebilmektedir.



Şekil 13 - Manisa - Soma bölgesi'nde yön bağımlı katman içinde beklenen yapay görünür öz direnç eğrisi ve yön bağımsız olduğu varsayılarak çıkarılan Gh yapay görünür öz direnç eğrisi (Ercan, 1979)

5.10 Polarizasyon Yöntemleri

Polarizasyon, artı-eksi yüklerin, bir çizgi, düzlem ya da yüzey boyunca ayrılmasıdır. Eğer bu ayrılma, doğanın kendi koşulları altında oluşmuş ise buna doğal polarizasyon denir. Polarizasyon, yere verilen bir akımın güdümünde oluşmuş ise yapay polarizasyon adını alır.



Şekil 14 – Barnesley kömür damarı

Şekilde görüleceği üzere dikey polarizasyon yöntemiyle kömür damarının jeolojik konumu tayin edilmektedir.

5.10.1 Yapay Polarizasyon (YP) Yöntemi

Yapay polarizasyon yöntemi, yüzeyden 0.1 ile 20 Hz arasında değişen şiddette dalgali akım vererek, öz direncin frekansa göre değişimini ya da, yere geçici bir akım vererek, enerjinin boşalma süresine bakıp yer altının polarizasyon özelliğini araştırmaya dayanır. Saçılmış sülfürlü minerallerin yapay polarizasyonu, kütlelere göre daha fazladır. Türkiye’de olduğu gibi, eğer linyit damarı içinde sülfür mineralleri bulunuyorsa, YP yöntemi, kömürü doğrudan bulmada yardımcı olabilir.

5.10.2 Doğal Polarizasyon (DP) Yöntemi

DP yöntemi, kolay ve ucuz bir yöntem olduğundan, uygulama alanı oldukça yaygındır. Doğal polarizasyonu yaratan yeraltı fiziksel özellikleri; sıcaklık, basınç, öz direnç, iyon konsantrasyonu ayrılıkları ve sızma gibi olaylardır. Bu nedenle, DP. Kömür içinde gaz birikme ve yanma yerlerinin derine inmesinde başarılı olarak kullanılabilir.

5.10.3 Mikrogravite Yöntemi

Kömür, yaklaşık 1.3g/cm^3 ’lük yoğunluğu ile yeraltındaki en hafif birimdir. Bundan dolayı, kuyu loğlarında yoğunluk loğu ile kolayca belirlenir. Kömür aramalarında, mikrogravite, galeri içinde damar kalınlığı bulmada; yüzey aramalarında ise havza genişliğini ve kömür damarını süreksizliğe uğratan kırıkların yerlerini belirlemek amacıyla kullanılır.

5.10.4 Kömür Yataklarında Kuyu İçi Ölçümleri

Jeofizik kuyu loğu (JKL) ölçümü; yer içine açılan bir kuyu içine sensörün, kuyu derinliği boyunca kuyu cephesinden algıladığı doğal ve yapay sinyallerin, yüzeydeki bir aygıt belleğine kayıt edilmesine dayanır.

5.11 Sismik Prospeksiyon

Sismik prospeksiyon yöntemlerinin kömür araştırmalarında uygulanmaya başlanması petrol aramalarındaki kadar eskidir. Buna rağmen günümüzde sismik yöntemlere kömürden daha çok petrol ve doğal gaz araştırmalarında başvurulmaktadır. Bunun nedenleri arasında kömürün kolaylıkla mostra vermesi, işletilmesinin pahalı ve külfetli olması nedeniyle derinlerdeki kömüre ilgi duyulmamasıdır. Bunun sonucu sismik yöntemler kömürün aranmasından daha çok bilinen kömür rezervlerinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır.

Ülkemizde halen kömür sahalarının geliştirilmesi, bilhassa özel sektör tarafından, hayli eski ve pahalı bir yöntem olan çok sayıda sondaj yapılması suretiyle sağlanmaya çalışılmaktadır. Gelişmiş ülkeler çoklu sondajlarla kömür belirleme yöntemlerini çoktan

aşmış bulunmaktadırlar. Bugünkü teknoloji ile, modern jeofizik yöntemleri kullanılarak, sondaj sayısı en aza indirilip yeraltı kömür yatakları daha az bir maliyet ile görüntülenebilmektedir.

5.11.1 Sismik Alıcılar

Kömür araştırmalarında kullanılan sismik alıcıların (jeofonların) yeraltından gelen sismik dalgaların yüksek frekans içeriğine duyarlı olmaları gerekir. Yüksek frekanslara duyarlı jeofonlar normal jeofonlardan yaklaşık beş kat daha pahalıdır.

Endüstride kullanılan düşey bileşen jeofonların doğal frekansları 5 ile 100 Hz arasında değişmektedir. Kömür araştırmalarında kullanılan jeofonlar en az 40 Hz'lik olmalıdır. Daha yüksek doğal frekanslı jeofonlar tercih nedenidir.

Öte yandan yüksek hızlı jeofonlar trafik, endüstriyel faaliyetler ve rüzgârın yarattığı gürültülerden etkilenmektedirler. Bu gürültülerden bir kısmı veri işlem aşamasında süzgeçlenebilmektedir. Gürültünün, sismik sinyal ile aynı frekans aralığını paylaşan, dolayısıyla süzgeçlenmek istenmeyen kısmını bastırmak amacıyla jeofonlar belli bir derinliğe gömülmektedirler. Bu kez, fazla derine gömülen jeofonlar yeryüzünün sağladığı doğal genlik büyütmesinden faydalanamamaktadırlar.

Petrol ve doğal gaz araştırmalarında başvurulmuş ve arazide hakim sismik dalga fazlarının belirlenmesinde kullanılan gürültü analizi testi, kömür araştırmalarında yapılmamaktadır. Bunun üç nedeni vardır: (i) yüzey dalgalarını bastırmak üzere gruplar halinde seri ve paralel olarak bağlanan jeofonlara ait eşdeğer frekans yanıtı aralığı, tek bir jeofona ait frekans yanıtı aralığından daha dar olmaktadır. Bu durum jeofon grubunun yüksek frekanslara olan duyarlılığını azaltmaktadır; (ii) yüzey dalgalarını süzgeçleyecek biçimde uygun aralıklarla yayılan jeofonların oluşturduğu grubun boyu, grup istasyon aralıklarından daha uzun olmakta, bunun sismik izler üzerinde yarattığı yuvarlatma etkisi, veri işlem aşamasında hız analizi yapılırken sorunlara neden olmaktadır; (iii) jeofon grubunun neden olduğu alan süzgeçlemesi, yeryüzüne dike yakın gelen yüksek frekans içerikli sismik ışınlar üzerinde olumsuz etki yapmakta ve yüksek frekans bilgilerini zayıflatmaktadır.

Kömür araştırmalarında jeofon gruplarının oluşturulmasına gerek bulunmamaktadır. Bu durumda her istasyona bir jeofon yerleştirmek yeterlidir. Bu yaklaşım arazi işlemlerini hayli kolaylaştırırken, yüzey dalgalarının bastırılmasını veri işlem aşamasına bırakmaktadır. Öte yandan kullanılan jeofonların yüksek doğal frekanslı olması, düşük frekanslara sahip yüzey dalgalarının veri toplama aşamasında önemli oranlarda sönümlenmesini sağlayacaktır.

5.11.2 Sismik Kayıtçı

Sayısal ve çok kanallı olan sismik kayıtçılarda aşağıdaki özellikler aranır:

- En az 24 kanal için 0,25 ms örnekleme yapabilecek hızlı elektroniğe sahip olmalı (48 kanal için 0,25 ms tercih nedenidir),
- Veriyi en az 20 bit dinamik aralıkla kaydedebilmeli (24 bit tercih nedenidir),
- Alet gürültü seviyesi mümkün olduğunca az olmalıdır

5.12 Süreksizlikler

Kömür üretimi aşamasında karşılaşılan en önemli ve maliyet yükselten problemlerin başında kömür damarları boyunca yer alan jeolojik süreksizlikler gelmektedir. Bu süreksizliklerden başlıcaları fay, klastik dayk, kum kanalı, dallanmış damar gibi engeller teşkil eder.

Jeofiziğin buradaki görevi, üretim planlaması aşamasında bu tür problemleri ortaya çıkarmasıdır. Böylece üretime geçildiğinde, zaman, emek ve maddi kayıplar en aza indirilecektir.

5.13 Kömür Tabaka Kalınlığının Tespiti ve Rezerv Tayini

Rezerv tayini kömür tabakasının kalınlığının tespiti ile mümkündür. Bu ise kömür tabakasının tavan ve taban yüzeylerinin sismik kesitlerde belirlenebilmesine bağlıdır. Araştırmalara konu olan kömür tabakalarının kalınlığı birkaç metreyi geçmemektedir.

Hedef derinlik arttıkça yüksek frekansların taşıdığı bilgiler, soğrulma nedeniyle, sismik ışınların izlediği yol üzerindeki kayaçlar tarafından yutulmaktadır. Bu durumda kullanılan sismik kaynak ne kadar yüksek frekanslı sinyaller üretirse üretsin, katedilen yol ile bağlantılı olarak çözünürlük gücünde bir sınırlama olacaktır.

5.14 Elektromanyetik Prospeksiyon

En çok bilinen ve en yaygın kullanılan maden olan kömürün aranmasında alışılanlar dışında yeni yolların denenmesinde yararlar vardır. Sondajla kömür damarının özelliklerini belirlemek, hem uzun zaman alacağı gibi hem de yüksek maliyetlere neden olabilmektedir. Sondajlı aramalara başlamadan önce; çalışmalarını yönlendirecek, arama süresini kısaltacak, sondaj derinliğini ve yerlerini belirleyecek jeolojik ve jeofizik verilerden yararlanmanın gerekliliği vardır.

Kömür damarlı zonların aranmasında, bu zonlarda etkin olarak işletme zorluklarını meydana getirebilen fay ve kırık sistemlerinin saptanmasında yararlanılacak jeo-

elektromanyetik yöntem ve yaklaşımlar ele alınmıştır.

5.15 Kömür Aramada Elektromanyetik Yöntemler

5.15.1 Elektromanyetik Sondaj

Elektromanyetik alanın yeraltına nüfuz derinliği "penetration depth" kayaç öz direncine ve frekansa bağımlı olarak değişim gösterir.

Gerek yere verilen alanın frekansı değiştirilerek yapılan sondaj (parametrik sondaj) ve gerekse vericinin (transmitter) boyutları (moment) veya alıcı ile arasındaki uzaklık değiştirilerek yapılan sondaj (geometrik sondaj) yardımı ile öz direnci yüksek katmanlar altından da bilgiler alınabilir.

5.15.2 Yeraltı Elektrik İletkenlik Görüntüleme Tekniği

Tensör "audio - magnetotelluric" (AMT) ve tensör "controlled source audio-magnetotelluric" (CSAMT) ölçümlerini kullanarak yeryüzüne yakın kesimlerin elektrik iletkenlik görüntüsünü yüksek çözünürlükte elde etmek için geliştirilen elektromanyetik yöntem "stratagem" için 1 Hz-100 kHz bandında süreklilik gösteren bir frekans aralığında çalışan alan verici "loop" (transmitter) kullanılır (Nichols ve Morrison, 1994). Elektrik alan, farklı iletkenliğe sahip düşey ortamlar (faylar-dayklar) boyunca süreksizlik gösterirken manyetik alan ise yavaş olarak değişir. "Loop-transient" yöntemindeki-ne benzer alıcı-verici geometrileri, yeryüzüne yakın böyle sorunları ortadan kaldırmak veya onlardan kaçınmak için "late-time" bilgisini kullanarak iletkenliğin daha derinlerdeki verisini yorumlamakta kullanılır.

Bu elektromanyetik sistem ile, profiller boyunca veya gridlenmiş bir sahada 1 Hz-100 kHz bandında ölçümler yapılır. Doğal kaynaklı alanlar 500 Hz' e kadar ölçülebilirken bu sistem ile 1000 Hz'in üzerinde çalışmalar yapılabilir.

Elektrik ve manyetik alan bileşenlerinin ölçülmesi ile yeraltı iletkenlik görüntüsünün elde edildiği elektromanyetik yöntemde arazi için kullanılan dizilim tekniği Tensörel empedans hesaplamalarında yapılan yaklaşımlar CSAMT yöntemlere benzerdir. Bunlar: (i) Ortogonal E ve H alan bileşenlerini ölçerek tensörel empedans genel bağıntısı kapsamında elde edilir. (ii) Kontrollü alan 1000 Hz'in üzerinde olduğu için transmitter için daha küçük bir moment gerekir. Böylelikle transmitter (alıcı)-receiver (verici) uzaklığı kısa tutularak ölçümler yapılabilir. Bu durum arazi çalışmalarını kolaylaştırır. (iii) 1000 Hz'in üzeri için düşey looplar (stratagem' de kullanıldığı gibi) ideal kaynak olur.

Derin aramalar için doğru akım öz direnç yöntemlerinin gerektirdiği gibi uzun kablo

yayımlarına ve geniş açılımlara gerek yoktur. Derin yapılar (100 m. den daha derin) klasik manyetotellürik veya CSAMT veri işleme kavramlarını kullanarak görüntülenebilir. Sığ yapılar için, alçak güç transmitter kullanılır. Bu elektromanyetik yöntem E ve H ortogonal bileşenleri kayıt eder onları işler ve 2D karmaşık yapılar için kullanır. Jeolojik yapıların gerçek iletkenlik görüntüleri üretilir ve arazide çizilir. Bu durum arazi çalışmalarının yönlendirilmesinde olumlu katkılar sağlar. E elektrik alanı birbirine dik iki ayrı doğrultuda hazırlanmış dipoller aracılığı ile ölçülür . Yöntemin araştırma derinliği (penetration depth) kullandığı frekanslar bakımından yeraltı öz direncinin bir fonksiyonudur.

Yeni kömür kaynaklarının bulunmasına yönelik olarak gerçekleşmesi beklenen öneriler şöyledir:

- Kömür aramalarında dedüktif prospeksiyon yöntemi kullanılmalı, bu amaçla bir çalışma grubu kurulmalı, bu grubun hazırlayacağı kısa, orta ve uzun vadeli arama programları aksatılmadan uygulanmalıdır.

- TKİ'nin linyit üretim kapasitesi 60 milyon ton/yıl'a ulaşmıştır. Bu üretimin % 93'ü açık % 7'si yeraltı ocaklarından yapılmaktadır. Yeraltı maden işletmesi ile yurt ekonomisine arz edilebilecek, şu anda işletilmeyen oldukça önemli linyit zuhurlarının varlığı bilinmektedir. Açık maden işletmeciliği ile ekonomik olarak üretilemeyecek bu yatakların rezervlerinin büyük bir kısmı görünür ve/veya işletilebilir rezerv haline getirilmemiş gerek maden işletmeciliği ve teknolojisi gerekse maden üretim ekonomisi yönünden yeterince incelenmemiştir. Genellikle mevcut termik santrallerde yakıt olarak tüketilmesi hedeflenen bu yeraltı işletmesi ile kullanıma sunulacak linyit kömürlerinin ekonomisinde santral çıkışı elektrik enerjisi maliyetine yakıt bedelinin etkisi yerine sağlanamayan enerjinin ekonomiye maliyetinin 1.0 \$/Kwh olduğunun dikkate alınması gerekmektedir. Şunu da unutmamak gerekir ki Almanya ve diğer bazı Avrupa ülkelerinde yeraltı işletme sistemi ile yapılan üretimin maliyetinin uluslararası fiyatlarla rekabet edecek durumda olmamasına rağmen bu ülkeler kısmen de olsa üretimlerini sürdürmektedir.

Beklenen gelişmelere gelince, dedüktif prospeksiyon yöntemi ile özellikle Güney, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da Maraş-Elbistan ve Adana-Tufanbeyli kömür yatakları benzeri üst Miyosen ve Pliyosen yaşlı yeni örtülü kömür kaynaklarının ortaya çıkarılması muhtemeldir. Ayrıca, özellikle Doğu Anadolu'da yaygın olan volkanik örtünün altındaki Tersiyer yaşlı sedimanter kayalarda mevcut olabilecek kömür oluşumlarının jeoloji, jeofizik ve sondajlı aramalarla incelenmesinden kömür yönünden olumlu sonuçlar alınabilir.

Bilinen linyit havzalarının kömür yayılım sınırlarının kesinlikle saptanması, örneğin Manisa-Soma kömür havzasının özellikle Eynez Sektöründe, Kütahya-Tunçbilek kömür havzasının kuzeyinde bulunan Domaniç sahasında, Ankara-Beypazarı kömür zuhurunun B sektöründe, Sivas-Kangal'ın Hamal Sektöründe rezerv yönünden oldukça önemli pozitif gelişmeler ümit edilebilir. Aynı görüş özel sektöre ait olan Konya-İlgın ve Adıyaman-Gölbaşı linyit yatakları ve Amasra Taşkömürü oluşumu için de söylenebilir.

Katı fosil birincil enerji hammaddelerinin dolayısıyla linyit kömürünün bugün olduğu kadar gelecekte de en güvenilir enerji kaynağı olması özelliği göz önünde tutulursa, bu hammaddelerin durmuş olan arama çalışmalarının tekrar başlatılmasının, başlamış olanlarının ise hızla sonuçlandırılmasının yurt ekonomisi için ne kadar önemli olduğu ortaya çıkar.

5.16 Kömür Tabaka Kalınlığının Tespiti ve Rezerv Tayini

Rezerv tayini kömür tabakasının kalınlığının tespiti ile mümkündür. Bu ise kömür tabakasının tavan ve taban yüzeylerinin sismik kesitlerde belirlenebilmesine bağlıdır. Araştırmalara konu olan kömür tabakalarının kalınlığı birkaç metreyi geçmemektedir.

Hedef derinlik arttıkça yüksek frekansların taşıdığı bilgiler, soğrulma nedeniyle, sismik ışınların izlediği yol üzerindeki kayaçlar tarafından yutulmaktadır. Bu durumda kullanılan sismik kaynak ne kadar yüksek frekanslı sinyaller üretirse üretsin, katedilen yol ile bağlantılı olarak çözünürlük gücünde bir sınırlama olacaktır.

5.17 Türkiye'nin Kömür Arama Hedefleri Ne Olmalıdır?

Geliştirilen enerji senaryolarında kömür için halen bilinen rezerv değerlere dayandırılmakta ve rezervin gelecek 20 yıl içinde hiç artmayacağı kabul edilmektedir. Kömür ,diğer katı yakıtlara göre daha ucuz aranmakta ,kömürle çalışan termik santrallerdeki enerji maliyeti,petrol ve doğal gaza oranla daha düşüktür.Bu gerçeklerin doğrultusunda ,kömür rezervlerinin ciddi bir programla arttırılması ülkemiz için kaçınılmaz olduğu görünmektedir.Türkiye'de kömür içermesi olası alanların %60'ı ayrıntılı olarak aranmamıştır.Bu durum göz önüne alındığı zaman prospeksiyon dışında arama yapılmayan neojen alanları ile paleocoğrafyada kömür bulunması olası diğer jeolojik alanların uzaktan algılama,jeolojik ve jeofizik etüdüler ve sondajlar yolu ile aranması bunun bir devlet politikası haline getirilmesi kaçınılmaz bir olgudur .Rezerv ve üretimlerin 2020 yılına kadar arttırılması ülkemiz açısından hayati önem taşımaktadır. Bu taktirde dışa bağımlılık büyük ölçüde azalacaktır.

BÖLÜM ALTI

SONUÇ

6.1 Özet ve yapılması gerekenler

Kömür araştırmalarında, jeofizik prospeksiyon yöntemlerinden birisi olan sismik yansıma yönteminin çok önemli bir rolü vardır. Fakat petrol ve doğal gaz araştırmalarında yaygın olarak başvuru alan alışlagelmiş sismik yansıma yöntemleri, uyarlanmadan doğrudan kömür araştırmalarında kullanılamazlar. Veri toplama aşamasında, arazi cihazlarının ve ölçüm düzenlerinin seçimi kömür araştırmaları için uygun olmalıdır. Statik düzeltmelere, petrol ve doğal gaz araştırmalarında olduğundan çok daha fazla özen gösterilmesi gerekmektedir.

Kömür damarlı zonlar üzerinde yer alan dirençli katmanlar (kireçtaşları gibi) nedeniyle diğer jeofizik yöntemlerin karşılaşılabileceği nüfuz derinliği problemi elektromanyetik yöntemlerle yenilebilmektedir.

Kömür sektöründe alternatif fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında, OPEC benzeri fiyat belirleyici bir kurum yoktur. Fiyatlar, 30 yıldır piyasada serbestçe belirlenmektedir. Tedarikin kesintisiz olması da, uluslararası kömür piyasasındaki yoğun rekabet ile garanti altına alınmaktadır. Petrol ve doğalgaz piyasasında zaman zaman görülebilen darboğazlar, günümüz kömür piyasasında söz konusu değildir. Petrol ve doğalgaz sektöründe, yeni rezervler giderek pazarlardan uzakta hatta okyanusların derinliklerinde bulunabilmektedir. Bu rezervlerin tüketime sunulabilmesi için, boru hattına ve diğer ekipmanlara büyük sermaye yatırımı yapılması gerekmekte ve buda maliyetleri yükseltmektedir.. Buna karşın, birçok ülkede üretime yeni açılan kömür sahaları, oldukça uygun konum ve jeolojik koşullara sahiptirler. Kömürün uluslararası ticarete konu olan % 95'i okyanusları aşarak ihracatçı ülkeden tüketici ülkeye nakledilmektedir. Buna karşın, doğalgazın nakledildiği uzun boru hatları, üretici ülke ile ithalatçı ülke arasında birçok ülkeden geçmektedir.

Dünyada gelecek on yıllarda da kömür, ısı ve enerji üretiminde ana yakıt olarak kullanılacaktır. Tahminlere göre, 2020 yılı ve sonrasına kadar miktar bazında kömürde bir talep artışı beklenmekle birlikte, elektrik enerjisi üretimindeki payı azalacaktır.

Son on yıldır ülkemiz linyit sektöründe yeni bir üretim projesi işletmeye alınamamıştır. Ancak, 2003 yılında 2x160 MW'lık akışkan yataklı yakma sistemli Çan Termik Santrali'nin ve 2004 yılında 4x350 MW'lık Elbistan-B Termik Santrali'nin devreye alınması ile termik santrallerin toplam kurulu gücü 8.120 MW'a, kömür tüketim kapasitesi ise 80 milyon

ton/yıl'a ulaşmıştır. Gecikmiş olan linyite dayalı termik santral ve maden projelerinin başlatılıp, bitirilmesi enerji güvenliğimiz yönünden önem taşımaktadır. MTA'nın kömür aramalarına yasal yönden rahat olarak yeni baştan ve süratle başlamasını sağlayacak yapılanmayı yaratmak gerekmektedir. .

Ülkelerin kalkınmalarında en önemli parametrelerden biri olan enerji, tüm dünya ülkelerinin olduğu gibi Türkiye'nin de en önemli konularındandır. Enerjinin globalleşmesi, piyasa şartlarının değişmesi, liberal ekonomik modellerin izlenmesi, çevre vb. faktörler enerji konusunda ülke bazında ciddi devlet politikalarının oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır. Oluşturulacak enerji politikaları, bir yandan dışa bağımlılığı asgari seviyelere çekerken, öte yandan ekonomik canlanmaya maksimum katkıda bulunacak şekilde olmalıdır. Fosil kaynaklardan petrol ve doğalgaz rezervlerimizin az olması(petrol 42, doğal gaz 65 yıl), gelecekte kömürü bugünkünden daha fazla ön planda tutacaktır. Sadece diğer fosil kaynaklara göre rezervin büyüklüğü açısından değil, kömür yataklarının yurdumuzun çeşitli bölgelerine dağılmış olması, kalkınmaya olumlu etkide bulunması, istihdam sağlama, işletilmesi nedeniyle ortaya çıkan katma değer, elektrik enerjisi üretiminde kwh başına ucuz hammadde olması(doğal gazın yarısı maliyette) ve emniyetli taşınması vb. faktörler, kömürü Türkiye'nin en önemli fosil enerji kaynağı haline getirmektedir.

Açık ocak linyit sahalarının her geçen yıl giderek derinleşmesi, bu sahaların ekonomisini olumsuz etkileyeceği için, maliyetleri düşürmek ve üretimi artırmak amacıyla büyük kapasiteli iş makinelerinin sağlanması yönüne gidilmelidir. Elbistan linyit sahasının havza bazında tamamının en kısa zamanda devreye sokulması gerekmektedir. Böylelikle en az 6,000 MW kurulu güç elde edilerek bugünkü elektrik üretimimizi daha da artırmak mümkün olacaktır. Ayrıca, yüksek kaliteli ve sanayide kullanılan petrokok hariç, kanserojen etkisi bilimsel olarak saptanan, yüksek oranda kükürt ihtiva eden ve düşük fiyatından dolayı ithal edilen petrokokun yurda girişinin yasal olarak engellenmesi ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının teminine çalışılmalıdır..

Türkiye'nin geçmişte olduğu gibi, olası petrol ve doğalgaz krizlerine müdahale gücünün olmaması enerji kaynağının temininde güvenilirlik gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır. Bu ise, yerli kaynakların enerji ihtiyacını karşılamada kullanım oranının artırılması ile mümkündür.

Yerli kömürün genel enerji dengesi içerisindeki payının olması gereken seviyelerde bulunamamasının önemli nedenlerinden birisi de ithal edilen kömür ve petrokoktan alınan fon payının %1 seviyelerinde tutularak, yerli üreticiden fazladan alınan devlet hakkı hariç

Belediye Hissesi, Tabii Afetler Fonu, Türk Standartları Enstitüsü Fonu, Milli Prodüktivite Fonu ve Sivil Savunma Fonu gibi %14 civarındaki fazla vergilerden dolayı haksız rekabet yaratılmasıdır. Bunun sonucunda da, yerli üretim maliyetleri ile ithal kaynakların maliyetleri arasında gözle görülür farklar oluşmaktadır.

Türkiye'ye 20'den fazla limandan kömür girişi olmakta ve bu nedenle denetimlerde yaşanan problemler dolayısıyla kalitesi bozuk kömürlerin ülkeye girişi gerçekleşmektedir. Denetimlerde yaşanan aksaklıklar sebebiyle vergi kayıpları da oluşmaktadır.

Sonuç olarak, dışa bağımlı olmayan ve tamamen yerli arz güvenliği en üst düzeyde enerji kaynağı olması, ülkenin her bölgesinde mevcut ve kolay temin imkanı bulunması, yenilenebilir enerjilerden sonra en ucuz elektrik üretim yakıtı olması ve uluslar arası standartlarda belirtilen limitlerin altında çevre kirliliği oluşturması, petrol ve doğalgaz rezervlerimizin enerji ihtiyacımızı karşılamaktan uzak olması gibi nedenlerden dolayı yerli enerji kaynaklarımıza yönelmek gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin küresel rekabet içinde öne çıkması ancak ucuz ve kaliteli sanayi ürünlerinin üretimi ve ihracı ile mümkün olabilir. Bunun en önemli şartı ise enerji üretiminde dışa bağımlılığı azaltan, kendi kaynaklarımıza öncelik veren bir enerji politikasının uygulanmasıdır. Türkiye ithal doğal gaz dayalı elektrik enerjisi üretimini en aza indirmelidir. Enerji ihtiyaçlarımızın gelecek nesiller de dikkate alınarak mümkün olduğunca yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması yerinde olacaktır. Ülkemizde bulunan yaklaşık 8,3 milyar ton linyit ve 1,3 milyar ton taş kömürü enerji üretiminde muhakkak ön planda tutulmalıdır. Bu kaynakların kullanımı için devlet temiz kömür teknolojilerini destekleyici tedbirleri almalıdır.

Türkiye'de elektrik üretiminde, kontrolü elinde olmayan doğalgaza riskli olabilecek düzeyde bir bağlanma söz konusudur. Türkiye'nin doğalgaza dayalı elektrik üretim santrallerinin sayısının kömüre dayalı santrallere oranı mümkün seviyeleri aşmamalıdır. Tüm bu öneriler çerçevesinde, önemle üzerinde durulması gereken nokta ise; önümüzdeki yıllara büyük hedefler ile ulaşmaya ve daha gelişmiş bir ekonomik düzen kurmaya çalışan Türkiye için, yatırım-üretim-ihracat zincirini kuracak ve çok daha gelişmiş bir üretim yapısı ile yüksek düzeylerde ihracat potansiyeline sahip olacak bir ekonomik yapı oluşturulmalı ve bu amaç içerisinde, sanayinin önemli bir girdisi olan enerji yatırımlarına önem verilmeli ve enerji politikaları kararlı ve düzenli bir şekilde gözden geçirilmelidir.

Kömürün dezavantajı olan gaz ve toz emisyonları ile katı atıklar, yeni temiz kömür teknolojileri ile önemli oranda azaltılabilmektedir. İlk anda pahalı gibi görünen temiz kömür

teknolojilerinin kullanımı, uzun vadede ekonomik olmaktadır. Burada tek sorun, ilk yatırımın geri dönüş süresinin doğal gaza göre daha uzun olmasıdır. Bu da yatırımcı açısından sıkıntı yaratabilmektedir.

Günümüzde doğalgazın kömüre nazaran daha temiz yakıt olması nedeniyle tercihi kolaycı bir yol olmaktadır. Birçok ülke gelecekte kendisini stratejik açıdan sıkıntıya sokacak bu kolaycı yolu seçmek yerine, kendi öz kaynaklarını devreye almaya çalışmakta ve bunun için kısa vadede pahalı da olsa, yeni teknolojik yatırımlar tercih edilmektedir. Bugün dünyanın en gelişmiş ülkesi ABD ve hızla gelişmekte olan Çin, gelecekteki enerji senaryolarında kömüre büyük önem vermektedirler.

KAYNAKLAR

- Ateşok, G. İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul
BP,(2003), “Statistical Review of World Energy 2003”
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Genel Enerji Kaynakları, Ankara, Aralık 2004
2002 Türkiye Enerji Raporu
- Ercan, A. İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü,İstanbul
- Kural, O. Kömür. İstanbul Teknik Üniversitesi ,Maden Mühendisliği Bölümü,İstanbul
- Markowsky J.J (1999), Challenges Facing U.S Coal the Proceedings of the Technical Conference on Coal Utilizations and Fuel Systems
- Nakoman E, (1997), Türkiye Kömür arama stratejilerine Genel bir bakış ve Beklenen gelişmeler,Yurt Madenciligi Geliştirme Vakfi s 2-7
- Nakoman, E.(1998) Kömür (3.Baskı). Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir
- Nakoman, E. Proceeding of third European Coal Conference
- Özdağ, Y., (2002),”Türkiye Enerji Sektöründe Kömürün Yeri”.
- Özder, A., Yörükoğlu, A., (2003), “Genel Enerji Politikaları İçersinde Kömürün Yeri” , Türkiye Kömür İşletmeleri
- Pamir, A.N. “ Dünya ‘da ve Türkiye ‘de Enerji, Türkiye’nin Enerji Kaynakları ve Politikaları ,Metalurji Dergisi Temmuz 2003
- Stadelhofer, J.(2002), Coal Between Energy Needs and Environmental Challanges
- Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Kömür Çalışma Grubu Raporu, (2001)
- Yıldız,N (2002), “Ülkemizde ve Dünya’da Madencilik Sektörünün Genel Bir Değerlendirmesi”
- Vogel C.1995 Coals Role in Elecktrical Power Generations

İnternet Kaynakları

- 1) www.ciab.org
- 2) www.tki.gov.tr
- 3) www.ttk.gov.tr
- 4) www.iea.org
- 5) www.maden.org.tr
- 6) www.enerji.org.tr
- 7) www.bp.com
- 8) www.emo.org.tr

Kısaltmalar

Gwh/yıl: 1000 mega watt saat / yıl

Kwh: 1000 watt

Twh: 1000 watt

Mtoe: Metrik ton enerji

IEA: (International Energy Agency)

WEC: (World Energy Council)

TEP: Ton eşdeğer Petrol

BDT: Bağımsız Devletler Topluluğu(Azerbaycan,Kazakistan,Gürcistan,Beyaz Rusya,Özbekistan v.s)

MW: Mega watt

TKİ: Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü

BÜAŞ: Elektrik Üretim A.Ş. Genel Müdürlüğü

Kısaltmalar

Gwh/yıl: 1000 mega watt saat / yıl

Kwh: 1000 watt

Twh: 1000 watt

Mtoe: Metrik ton enerji

IEA: (International Energy Agency)

WEC: (World Energy Council)

TEP: Ton eşdeğer Petrol

BDT: Bağımsız Devletler Topluluğu(Azerbaycan, Kazakistan, Gürcistan,Beyaz Rusya,Özbekistan v.s)

MW: Mega watt

TKİ: Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü

BÜAŞ: Elektrik Üretim A.Ş. Genel Müdürlüğü